

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Saša Slamek

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Nenad Bojčetić

Student:

Saša Slamek

Zagreb, 2014.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru, dr. sc. Nenadu Bojčetiću i dr.sc. Draganu Žeželju na savjetima koje su mi pružili tokom izrade ovog završnog rada.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji što su mi omogućili da se školujem i što su vjerovali u mene i bili mi potpora tijekom cijelog studija.

Saša Slamek



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **SAŠA SLAMEK**

Mat. br.: 0035179173

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PROGRAMSKA APLIKACIJA ZA PRORAČUN PUŽNOG PARA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **APPLICATION FOR WORM GEAR PAIR CALCULATION**

Opis zadatka:

Prilikom izrade proizvoda od velike pomoći inženjeru konstruktoru su programski alati i aplikacije koje mogu u kratkom roku proračunati ili prekontrolirati dio koji se koristi kao element konstrukcije (npr. vratilo, zupčanik, vijak, ...).

U radu je potrebno:

- Napraviti 3D računalne modele puža (cilindrični) i pužnog zupčanika (u programskoj aplikaciji SolidWorks).
- Napraviti 3D računalni model sklopa pužnog para zupčanika u zahvatu (u programskoj aplikaciji SolidWorks).
- Napraviti proračun pužnog para koristeći geometrijske informacije iz 3D računalnog modela sklopa (u programskoj aplikaciji Microsoft Excel).
- Rezultate proračuna potrebno je „vratiti“ u 3D računalni model sklopa.
- Napraviti korisničko sučelje za uporabu proračuna.
- Dokumentirati i opisati programsko rješenje.

U radu navesti korištenu literaturu, kao i eventualnu pomoć.

Zadatak zadan:

11. studenog 2013.

Zadatak zadao:

Izv. prof. dr. sc. Nenad Bojčetić

Rok predaje rada:

1. rok: 21. veljače 2014.

2. rok: 12. rujna 2014.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 3., 4. i 5. ožujka 2014.

2. rok: 22., 23. i 24. rujna 2014.

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

SADRŽAJ	II
POPIS SLIKA	IV
POPIS TABLICA.....	V
POPIS OZNAKA	VI
SAŽETAK.....	VIII
1. UVOD.....	1
2. PUŽNI PRIJENOSNICI	2
2.1. Općenito o pužnim prijenosnicima	2
2.2. Prednosti i nedostaci pužnih prijenosnika.....	3
2.3. Oblici bokova puževa.....	4
2.4. Osnovne dimenzije pužnog prijenosnika	6
3. PRORAČUN PUŽNIH PRIJENOSNIKA.....	7
3.1. Osnovne formule za proračun pužnih prijenosnika	7
3.1.1. Orijentacijski proračun.....	7
3.1.2. Opteretivost pužnog prijenosa	9
4. PROGRAMSKE APLIKACIJE	11
4.1. Solidworks.....	11
4.2. Microsoft Excel.....	12
4.3. Microsoft Visual Basic.....	13
5. PROGRAMSKA APLIKACIJA ZA PRORAČUN PUŽNOG PARA	14
5.1. Uvod.....	14
5.2. Opis sučelja programske aplikacije.....	15
5.2.1. Radna knjiga - Proračun.....	15
5.2.2. Radna knjiga - Tablice	17
5.2.3. Radna knjiga - Podaci	17
5.2.4. Radna knjiga - Evolventa.....	18
5.3. Dijagrami toka.....	19
5.4. Upute za korištenje programske aplikacije za proračun pužnog para	24
6. PRIMJER RJEŠAVANJA PUŽNOG PRIJENOSA.....	25
6.1. Primjer 1.....	25
6.1.1. Ulazni podaci	25
6.1.2. Učitavanje dimenzija prijenosnika.....	26
6.1.3. Izmjena podataka	27
6.1.4. Generiranje novog modela	28
6.2. Primjer 2.....	29
6.2.1. Ulazni podaci	29
6.2.2. Učitavanje dimenzija prijenosnika.....	30
6.2.3. Izmjena podataka	31
6.2.4. Generiranje novog modela	32
7. ZAKLJUČAK.....	33

LITERATURA.....	34
PRILOZI.....	35

POPIS SLIKA

Slika 2.1.	Puž i pužno kolo [1]	2
Slika 2.2.	Povezivanje pužnih prijenosnika [1]	2
Slika 2.3.	Približno spiralni N-puž [1]	4
Slika 2.4.	Evolventni E-puž [1]	5
Slika 2.5.	Osnovne dimenzije cilindričnog puža [1]	6
Slika 2.6.	Osnovne dimenzije pužnog kola [1]	6
Slika 4.1.	Sučelje Solidworks-a	11
Slika 4.2.	Sučelje Microsoft Excel-a	12
Slika 4.3.	Sučelje Microsoft Visual Basic-a	13
Slika 5.1.	Osnovni parametri u radnoj knjizi „Proračun“	15
Slika 5.2.	Unos vlastitih vrijednosti kod proračuna	16
Slika 5.3.	Orijentacijski proračun u radnoj knjizi „Proračun“	16
Slika 5.4.	Radna knjiga „Tablice“	17
Slika 5.5.	Radna knjiga „Podaci“	17
Slika 5.6.	Radna knjiga „Evolventa“	18
Slika 5.7.	Dijagram toka (1) proračuna	19
Slika 5.8.	Dijagram toka (2) proračuna	20
Slika 5.9.	Dijagram toka (3) proračuna	21
Slika 5.10.	Dijagram toka učitavanja podataka	22
Slika 5.11.	Dijagram toka primjenjivanja podataka	23
Slika 5.12.	Dodavanje reference u Microsoft Visual Basic	24
Slika 6.1.	Primjer 1 – ulazni podaci	25
Slika 6.2.	Primjer 1 – učitavanje podataka	26
Slika 6.3.	Primjer 1 – izmijenjeni podaci	27
Slika 6.4.	Primjer 1 – nove dimenzije pužnog kola	28
Slika 6.5.	Primjer 1 – nove dimenzije profila pužnog vijka	28
Slika 6.6.	Primjer 2 – ulazni podaci	29
Slika 6.7.	Primjer 2 – učitavanje podataka	30
Slika 6.8.	Primjer 2 – izmijenjeni ulazni podaci	31
Slika 6.9.	Primjer 2 – novi podaci	31
Slika 6.10.	Primjer 2 – nove dimenzije pužnog kola	32
Slika 6.11.	Primjer 2 – nove dimenzije profila pužnog vijka	32

POPIS TABLICA

Tablica 2.1.	Prednosti i nedostaci pužnih prijenosnika [1].....	3
--------------	--	---

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
a	mm	Osni razmak
b_1	mm	Duljina navoja pužnog vijka
b_2	mm	Širina pužnog kola
b_{2H}	mm	Korisna širina pužnog kola
b_{2R}	mm	Širina vijenca pužnog kola
d_{a1}	mm	Tjemeni promjer pužnog vijka
d_{a2}	mm	Tjemeni promjer pužnog kola
d_A	mm	Vanjski promjer pužnog kola
d_{f1}	mm	Podnožni promjer pužnog vijka
d_{f2}	mm	Podnožni promjer pužnog kola
d_{m1}	mm	Srednji promjer pužnog vijka
d_{m2}	mm	Srednji promjer pužnog kola
e	mm	Širina uzubine
f_f	mm	Progib pužnog vijka
f_{fdop}	mm	Dopušteni progib pužnog vijka
i	-	Prijenosni omjer
h_1	mm	Visina zuba pužnog vijka
h_2	mm	Visina zuba pužnog kola
h_{a1}	mm	Tjemena visina zuba pužnog vijka
h_{a2}	mm	Tjemena visina zuba pužnog kola
h_{f1}	mm	Podnožna visina zuba pužnog vijka
h_{f2}	mm	Podnožna visina zuba pužnog kola
m	mm	Modul
m_n	mm	Normalni modul
n_1	1/s	Brzina vrtnje pužnog vijka
n_2	1/s	Brzina vrtnje pužnog kola
p_{n1}	mm	Normalni korak pužnog vijka
p_{x1}	mm	Aksijalni korak pužnog vijka
s	mm	Debljina zuba na srednjem promjeru
v_g	m/s	Brzina klizanja na srednjem promjeru pužnog vijka
z_1	-	Broj zubi pužnog vijka
z_2	-	Broj zubi pužnog kola
x_1, x_2	-	Pomak profila na pužnom vijku i pužnom kolu
E	N/mm ²	Modul elastičnosti
F_{a1}, F_{a2}	N	Aksijalna sila pužnog vijka i pužnog kola

F_R	N	Rezultantna sila
F_{r1}, F_{r2}	N	Radijalna sila pužnog vijka i pužnog kola
F_{t1}, F_{t2}	N	Obodna sila pužnog vijka i pužnog kola
I	mm ⁴	Moment inercije
L	mm	Približan razmak ležaja pužnog vijka
P	mm	Uspón zavojnice pužnog vijka
P_1	kW	Snaga na ulaznom vratilu
P_2	kW	Snaga na izlaznom vratilu
S_r	-	Sigurnost prema trošenju
S_H	-	Sigurnost protiv pojave rupičenja
S_F	-	Sigurnost protiv loma zuba pužnog kola
S_f	-	Sigurnost protiv progiba pužnog vijka
T_1	Nm	Zakretni moment na ulaznom vratilu
T_2	Nm	Zakretni moment na izlaznom vratilu
α_n	°	Kut zahvatne crte u normalnoj ravnini
γ_m	°	Srednji kut uspona pužnog vijka
η_{uk}	-	Ukupna iskoristivost
φ	°	Središnji kut
ω_1	rad/s	Kutna brzina pužnog vijka
ω_2	rad/s	Kutna brzina pužnog kola

SAŽETAK

U radu su analizirane teorijske osnove i aplikacija za proračun i modeliranje pužnog para. Proračun standardnih dijelova kao što je pužni prijenos može nam oduzeti puno vremena, pogotovo ako postupak računanja moramo ponoviti više puta kako bi dobili optimalno rješenje.

Pomoću programske aplikacije za proračun pužnog para možemo vrlo brzo analizirati i provjeriti dimenzije i sigurnosti na postojećem modelu, napraviti novi proračun u slučaju da prethodni podaci ne zadovoljavaju i te nove podatke prenijeti na model. Proračun se odvija unutar aplikacije napravljene u Excel-u, dok je model kreiran u CAD programu Solidworks.

Aplikacije Excel i Solidworks su međusobno povezane aplikacijom Microsoft Visual Basic, koja omogućuje prijenos podataka između ta dva programa.

U radu je opisano korisničko sučelje, princip korištenja aplikacije, tok proračuna i tok pojedinih operacija. Napravljena su i 2 primjera kod kojih se može vidjeti da sa promjenom samo nekoliko parametara možemo poboljšati postojeći pužni prijenos te kreirati novi CAD model.

Ključne riječi: pužni prijenos, parametrizacija modela, Solidworks.

1. UVOD

U današnje vrijeme zahtjevi tržišta za što jeftinijim i kvalitetnijim proizvodima su sve veći. Inženjeri su suočeni sa velikim pritiskom i kako bi ostali konkurentni na tržištu moraju svoj posao obavljati brzo i kvalitetno. U konstruiranju proizvoda jako puno se koriste standardni dijelovi (vijci, zupčani prijenos, pužni prijenos, remenice, ležajevi...). Kako bi inženjer mogao pravilno odabrati standardni dio potrebno je prvo napraviti proračun za odgovarajuća mehanička opterećenja, gibanja i ostalih zahtjeva. U složenijim konstrukcijama nalazi se puno standardnih dijelova i kada bi inženjer ručno trebao izračunati i modelirati svaki taj dio posebno, oduzelo bi mu jako puno vremena.

Kako bi se riješio problem modeliranja dijelova koji se razlikuju po samo nekoliko dimenzija mnogi programi za CAD modeliranje nude nam mogućnost parametričkog modeliranja. Ono nam omogućuje da na postojećem modelu generiramo više varijanti tog modela samo sa drugačijim dimenzijama. Time je drastično smanjena potreba za modeliranjem, jer se unutar jednog modela može nalaziti i po stotine varijanti tog modela.

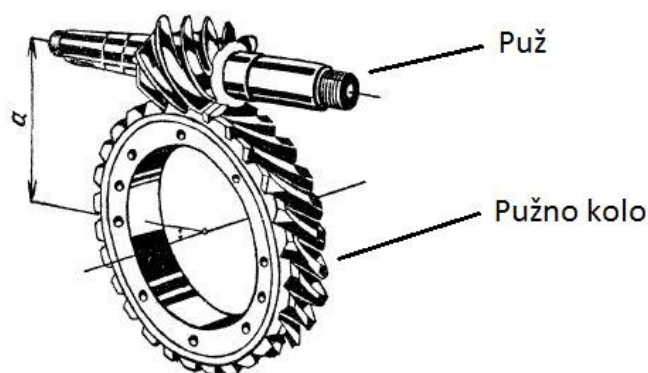
Primjena pužnih prijenosnika je raširena u mnogim proizvodima. Prije svake ugradnje pužnog prijenosa inženjer treba napraviti proračun, napraviti model i provjeriti da li prijenos zadovoljava sve zahtjeve (geometrijski zahtjevi, prijenosni, omjer, izlazni moment, brzina vrtnje...), ako ne zadovoljava treba ponoviti postupak. Time se gubi jako puno vremena jer ponekad i najmanja promjena na konstrukciji može dovesti do toga da pužni prijenos ne zadovoljava zahtjeve.

Upravo se taj problem u ovom radu riješio upotrebom programske aplikacije za proračun pužnog para. Aplikacija se sastoji od proračuna napravljenog u programu Excel i modela pužnog para u programu Solidworks. U vrlo kratkom roku moguće je učitati podatke na postojećem modelu, provjeriti dali zadovoljava naše zahtjeve, napraviti novi proračun te izmijeniti model. Ono što bi inženjeru klasičnim putem oduzelo jako puno vremena ovom aplikacijom se može napraviti u nekoliko minuta. Time se štedi vrijeme te se inženjer može posvetiti važnijim problemima od modeliranja i proračuna pužnog prijenosa.

2. PUŽNI PRIJENOSNICI

2.1. Općenito o pužnim prijenosnicima

Pužni prijenosnici su vijčanici s osima koje se sijeku najčešće pod kutom od 90° . Pogonski dio prijenosnika je najčešće puž koji može biti jednovojni ili viševojni, cilindrična ili globoidna oblika, a gonjeni dio je pužno kolo najčešće globoidna oblika. Međutim, pogonski dio prijenosnika može biti i pužno kolo (u slučaju multiplikacije broja okretaja, uz nisku iskoristivost prijenosnika). Puževi su najčešće cilindrični, koji zbog svoje jednostavne izrade imaju izvjesne prednosti nad globoidnim puževima.



Slika 2.1. Puž i pužno kolo [1]

Pužnim prijenosnicima mogu se postići veliki prijenosni omjeri kod redukcije $i = 1$ do $i = 100$, a kod multiplikacije $i = 1$ do $i = 15$. Povezivanjem dvaju pužnih prijenosnika mogu se ostvariti još i veći prijenosni omjeri.



Slika 2.2. Povezivanje pužnih prijenosnika [1]

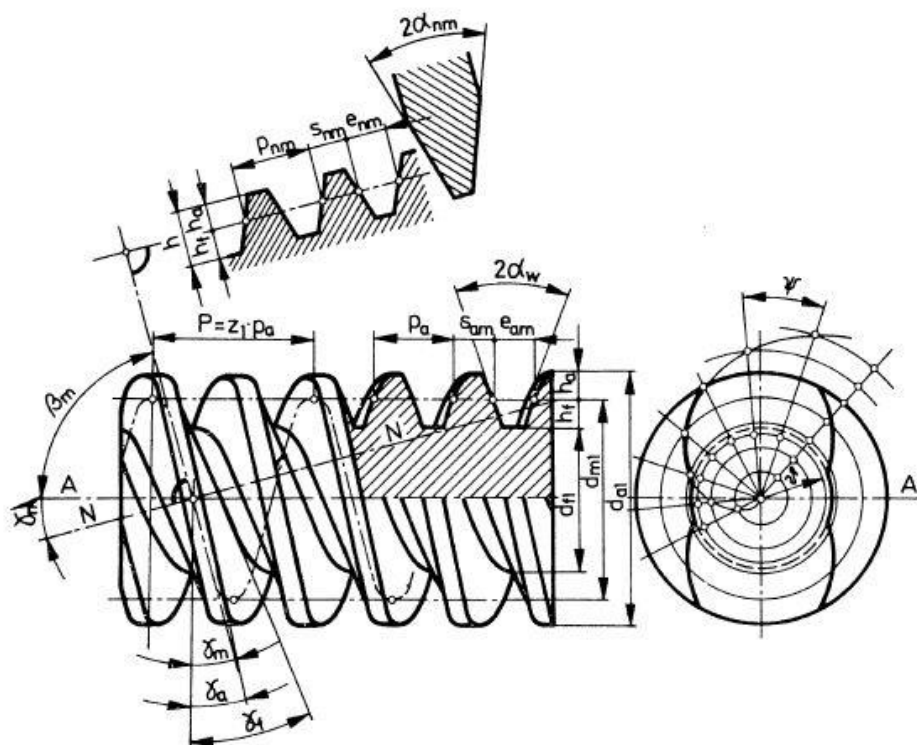
2.2. Prednosti i nedostaci pužnih prijenosnika

Tablica 2.1. Prednosti i nedostaci pužnih prijenosnika [1]

Prednosti	Nedostaci
Vrlo visoki prijenosni omjeri $i = <100$	Iskoristivost prijenosnika je manja od iskoristivosti cilindričnih i stožastih prijenosnika
Tihi rad kod visokih i niskih brojeva okretaja	Kod prijenosnika niske iskoristivosti razvija se toplina koju treba odvoditi umjetnim hlađenjem
Visoka opteretivost koju omogućava dodir u liniji većeg broja zubi	
Dugačak vijek trajanja uz uvjet točne izrade, pravilne montaže, pravilan izbor materijala i dobrog podmazivanja	
Relativno dobra iskoristivost kod viševojnih puževa (do 98%)	
Mogućnost samokočnosti	

2.3. Oblici bokova puževa

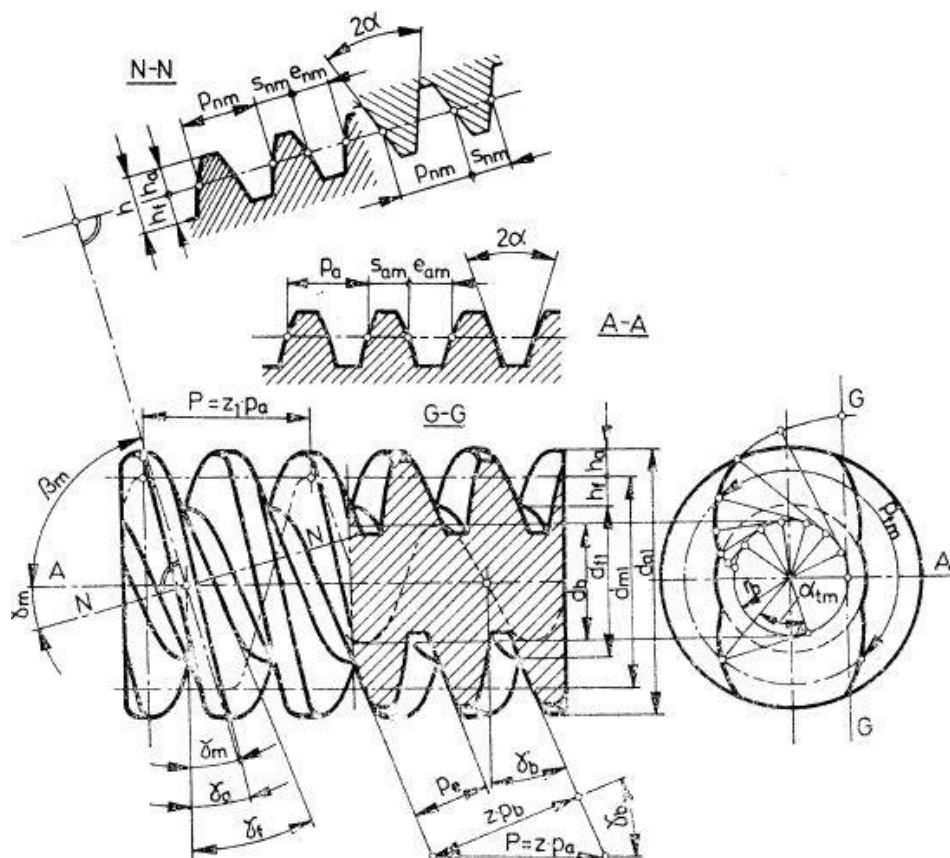
1. Oblik boka A (ZA – puž, spiralni puž) izrađuje se pomoću trapeznog tokarskog noža čije oštrice prolaze kroz os vrtnje. U čelnom presjeku okomitom na os vrtnje bokovi imaju oblik Arhimedove spirale. U ravnini koja prolazi kroz os vrtnje bokovi su ravni, a u ravnini okomitoj na kut uspona navoja bokovi su ispupčeni.
2. Oblik boka N (ZN – puž, približan spiralni puž, [Slika 2.3]) dobiva se ako je tokarski nož trapeznog oblika u odnosu prema ravnini koja prolazi kroz os vrtnje postavljen koso za veličinu kuta uspona navoja puža. U presjeku okomitom na os vrtnje N-puž ima oblik približan Arhimedovoj spirali, u presjeku N-N trapezni oblik. U presjeku A-A bokovi su lagano ispupčeni. Kod N puževa trapezni oblik standardnog profila može imati bilo zub bilo uzubina.



Slika 2.3. Približno spiralni N-puž [1]

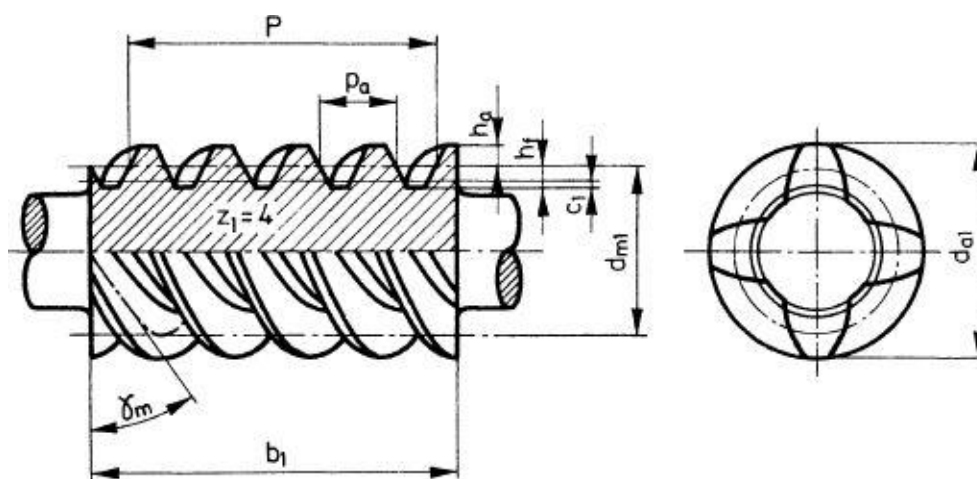
3. Oblik boka K (ZK – puž) izrađuje se pločastim glodalom ili brusnom pločom trapeznog presjeka, čija je os vrtnje u sredine uzubine naklonjena prema osi puža za kut uspona γ_m . Do različitog zakrivljenja bokova puža dolazi radi različitih promjera alata pri gruboj i finoj obradi.

4. Oblik boka E (ZE – puž, [Slika 2.4]) odgovara čelniku s kosim zubima evolventnog profila, velikog kuta nagiba boka (β). Izvodnica oštrice noža tangira temeljni cilindar polumjera r_b , a zatvara s ravninom okomitom na os vrtnje kut γ_b . Oblik boka u ravnini okomitoj na os vrtnje je evolventa. U ravnini koja prolazi kroz os vrtnje (A-A) profil boka je hiperbola, a u ravnini koja prolazi okomito na kut uspona (N-N) profil boka je ispupčen. E-puževi se izrađuju tokarenjem, odvalnim glodanjem ili odvalnim brušenjem.

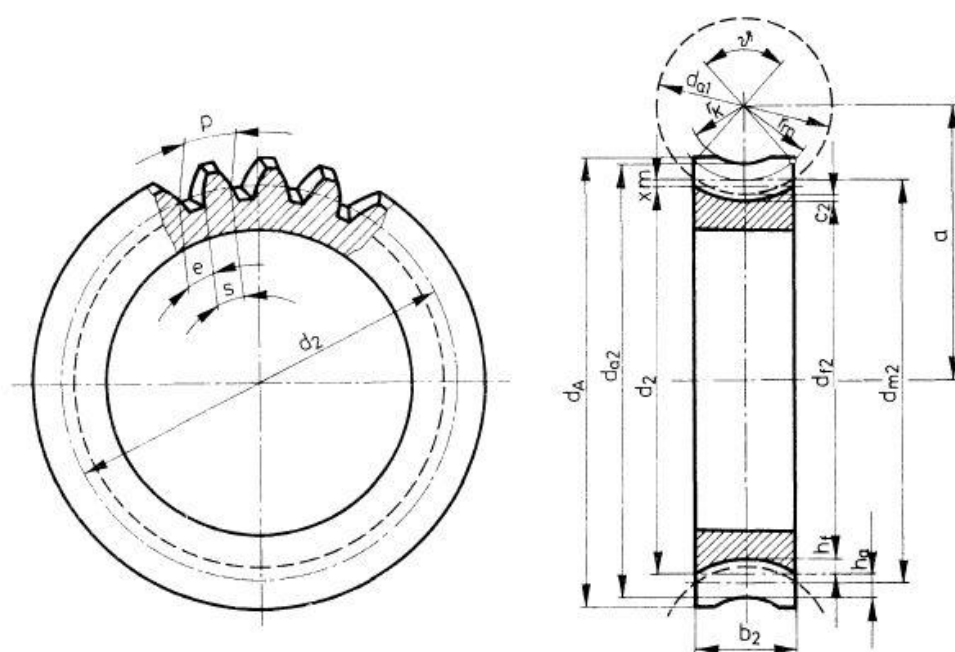


Slika 2.4. Evolventni E-puž [1]

2.4. Osnovne dimenzije pužnog prijenosnika



Slika 2.5. Osnovne dimenzije cilindričnog puža [1]



Slika 2.6. Osnovne dimenzije pužnog kola [1]

3. PRORAČUN PUŽNIH PRIJENOSNIKA

3.1. Osnovne formule za proračun pužnih prijenosnika

3.1.1. Orijentacijski proračun

Prijenosni omjer

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{m \cdot z_1} = \frac{d_2}{d_1 \cdot \tan \gamma_m} \leq 110 \quad (3.1)$$

Broj zubi puža

$z_1 (z_{1max} = 6)$	1	2	3	4
$i = \frac{n_1}{n_2}$	≥ 30	15...29	10...14	$> 5...9$

(3.2)

Broj zubi pužnog kola

$$z_2 = i \cdot z_1 \quad (3.3)$$

Orijentacijski razmak osi

$$a \geq 100 \sqrt{\frac{1,36 \cdot P_1}{q_1 \cdot q_2 \cdot q_3 \cdot q_4}} \quad (3.4)$$

Srednji promjer puža

$$d_{m1} = d_1 = (0,25 \dots 0,6) \cdot a \quad (3.5)$$

Aksijalni modul

$$m = 0,1 \cdot d_{m1} \quad (3.6)$$

Normalni modul

$$m_n = m \cdot \cos \gamma_m \quad (3.7)$$

Konačni osni razmak

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} \pm xm = 2a - d_{m1} \quad (3.8)$$

Uspón

$$P = z_1 \cdot p_t = z_1 \cdot \pi \cdot m = d_{m1} \cdot \pi \cdot \tan \gamma_m \quad (3.9)$$

Normalni korak

$$p_n = m_n \cdot \pi = p_a \cdot \cos \gamma_m \quad (3.10)$$

Aksijalni korak

$$p_a = \pi \cdot m \quad (3.11)$$

Diobeni promjer pužnog kola

$$d_2 = z_2 \cdot m \quad (3.12)$$

Srednji promjer pužnog kola

$$d_{m2} = d_2 \pm 2xm \quad (3.13)$$

Srednji kut uspona

$$\tan \gamma_m = \frac{m \cdot z_1}{d_{m1}} \quad (3.14)$$

Visina zuba

$$\begin{aligned} h_1 = h_2, \quad h_1 = h_{a1} + h_{f1} = 2,2 \, m \\ h_2 = h_{a2} + h_{f2} = 2,2 \, m \end{aligned} \quad (3.15)$$

Tjemena visina zuba

$$\begin{aligned} h_{a1} = m \\ h_{a2} = m \pm xm \end{aligned} \quad (3.16)$$

Podnožna visina zuba

$$\begin{aligned} h_{f1} = 1,2 \, m \\ h_{f2} = h_2 - h_{a2} \end{aligned} \quad (3.17)$$

Tjemeni promjer

$$\begin{aligned} d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} \\ d_{a2} = d_2 + 2h_{a2} \end{aligned} \quad (3.18)$$

Podnožni promjer

$$\begin{aligned} d_{f1} = d_{a1} - 2h_1 \\ d_{f2} = d_{a2} - 2h_2 \end{aligned} \quad (3.19)$$

3.1.2. Opteretivost pužnog prijenosa

Maksimalni okretni moment

$$T_{1max} = K_1 \cdot \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{P_1}{2 \cdot \pi \cdot n_1} \quad (3.20)$$

Obodna sila pužnog vijka = aksijalna sila pužnog kola

$$F_{t1} = F_{a2} = \frac{2 \cdot T_{1max}}{d_1} \quad (3.21)$$

Aksijalna sila pužnog vijka = obodna sila pužnog kola

$$F_{a1} = F_{t2} \approx \frac{F_{t1}}{\tan(\gamma_m + \rho')} \quad (3.22)$$

Radijalne sile

$$F_{r1} = F_{r2} \approx F_{t2} \cdot \frac{\tan \alpha_n \cos \rho'}{\cos(\gamma_m + \rho')} = F_{t1} \cdot \frac{\tan \alpha_n \cos \rho'}{\sin(\gamma_m + \rho')} \quad (3.23)$$

Ukupna iskoristivost

$$\eta_{uk} = \frac{\tan \gamma_m}{\tan(\gamma_m + \rho')} \quad (3.24)$$

Snaga na gonjenom vratilu

$$P_2 = \eta_{uk} \cdot P_1 \quad (3.25)$$

Sigurnost protiv trošenja (zaribavanja)

$$S_r = \left(\frac{a}{100} \right)^2 \cdot \frac{q_1 q_2 q_3 q_4}{1,36 \cdot P_1} \geq S_{rdop} \quad (3.26)$$

Sigurnost protiv pojave rupičenja (pittinga)

$$S_H = \frac{k_{dop} d_1 \cdot d_{m2} \cdot q_5}{F_{t2max}} \geq S_{Hdop} \quad (3.27)$$

Sigurnost protiv loma zubi u korijenu pužnog kola

$$S_F = \frac{c_{dop} \cdot \pi \cdot m_n \cdot \widehat{b_2}}{F_{t2max}} \geq S_{Fdop} \quad (3.28)$$

Dužina luka korijena zuba pužnog kola

$$\widehat{b_2} = r_{a0} \cdot \pi \cdot \frac{\varphi}{180^\circ} \quad (3.29)$$

Srednji kut

$$\sin \frac{\varphi}{2} = \frac{b_2}{2r_{a0}} \quad (3.30)$$

Duljina pužnog vijka

$$b_1 = \sqrt{d_{a2}^2 - d_2^2} \quad (3.31)$$

Širina pužnog kola

$$b_2 = 0,45(d_{a1} + 4m) \quad (3.32)$$

Vanjska širina pužnog kola

$$d_A \approx b_2 + m \quad (3.33)$$

Sigurnost protiv progiba pužnog vijka

$$S_f = \frac{f_{tdop}}{f_D} \geq S_{fdop} \quad (3.34)$$

Progib vratila pužnog vijka

$$f_D = \frac{F_1 \cdot L^3}{48 EI} \quad (3.35)$$

Udaljenost ležaja pužnog vijka

$$L \approx 1,5 \cdot a \quad (3.36)$$

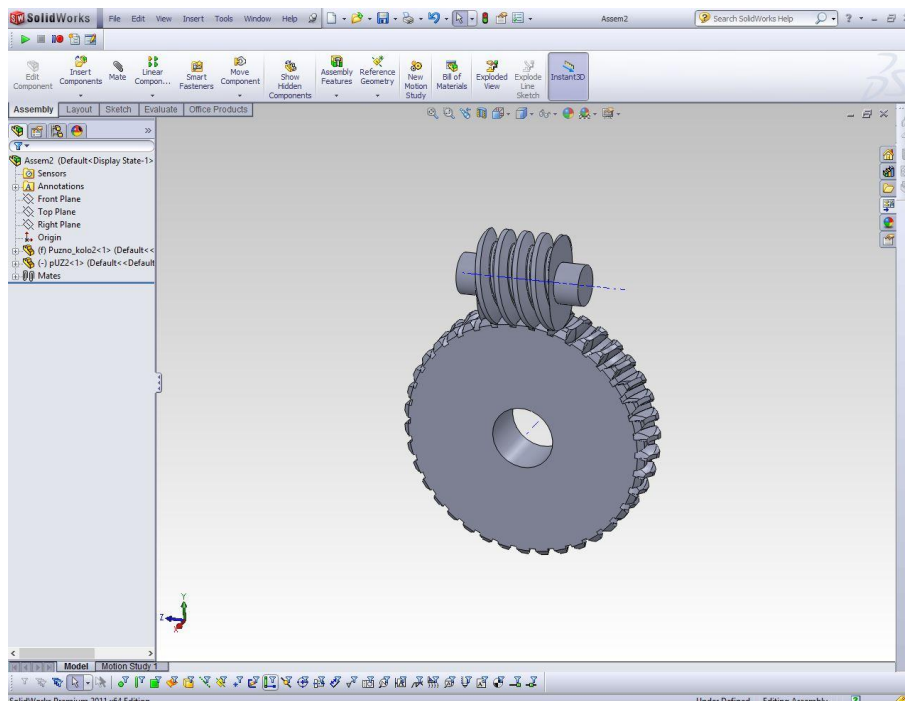
4. PROGRAMSKE APLIKACIJE

U ovom radu korištene su sljedeće programske aplikacije: Solidworks , Microsoft Excel i Microsoft Visual Basic. Microsoft Excel je korišten za proračun pužnog para te za bazu podataka potrebnih za taj proračun. Pomoću programa Microsoft Visual Basic podaci dobiveni proračunom se zapisuju u parametrički model u Solidworks-u.

4.1. Solidworks

Solidworks je 3D CAD (Computer Aided Design) proizvod Američke kompanije SolidWorks Corporation koja se prije nekoliko godina spojila sa francuskom tvrtkom Dassault System. Trenutno ga koristi preko 2 milijuna inženjera i dizajnera u više od 165 000 kompanije diljem svijeta.

Solidworks je vrlo jednostavan za korištenje i vrlo moćan u području konstruiranja, izrade dokumentacije i simulacija. Kreiranje modela i sklopa bazira se na parametričkim značajkama koje se u današnje vrijeme koriste u većini CAD programa.



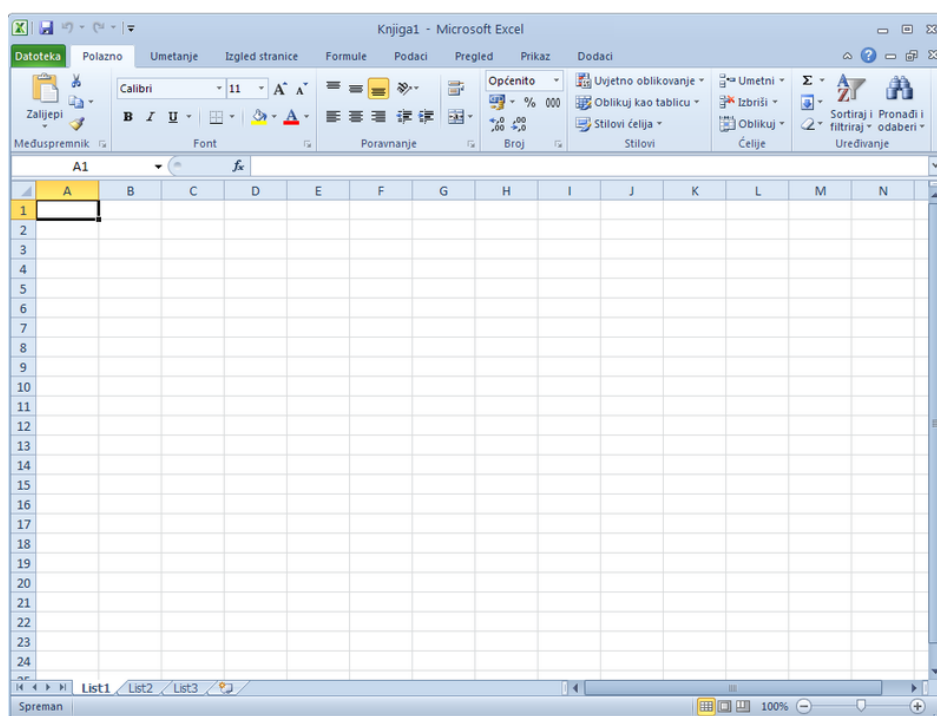
Slika 4.1. Sučelje Solidworks-a

4.2. Microsoft Excel

Microsoft Excel je program za tablično računanje kompanije Microsoft , te je sastavni dio programskog paketa Microsoft Office.

Microsoft Excel uglavnom služi za rješavanje problema matematičkog tipa pomoću tablica i polja koje je moguće povezati različitim formulama. Može poslužiti i za izradu jednostavnijih baza podataka. Izvrstan je alat za inženjere jer omogućava izradu proračuna, dijagrama na vrlo jednostavan način.

CAD program Solidworks koristi ovaj program kod izrade parametričkih modela putem Design Table. Design Table generira podatke iz Solidworks-a u Excel koji se tada mogu ručno mijenjati ili ih je moguće povezati sa formulama.

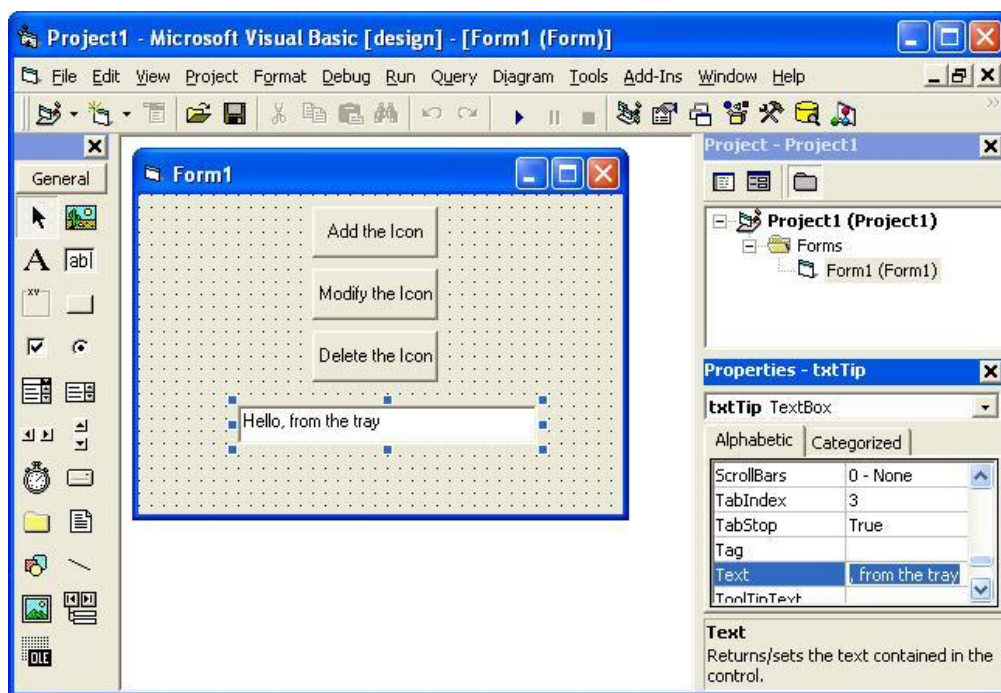


Slika 4.2. Sučelje Microsoft Excel-a

4.3. Microsoft Visual Basic

Visual Basic (VB) je programski jezik kojeg je razvila tvrtka Microsoft te ga koristi više programera nego bilo koji drugi jezik u povijesti računala. Riječ „Basic“ označava programski jezik BASIC (Begginers All-Purpose Symbolic Instruction Code). Program je zamišljen kao alat za brzo kreiranje i izradu programa. Brzina se postiže zahvaljujući konceptu ugradnje gotovih podloga i elemenata ugrađenih u operativni sistem.

Program je kompatibilan sa Solidworks-om i time nam omogućuje da kontroliramo sve moguće funkcije (npr. Mijenjanje dimenzija, dodavanje dijelova u sklop, stvaranje novih dijelova...) koje su sastavni dio Solidworks-a.



Slika 4.3. Sučelje Microsoft Visual Basic-a

5. PROGRAMSKA APLIKACIJA ZA PRORAČUN PUŽNOG PARA

5.1. Uvod

Programska aplikacija za proračun pužnog para nam služi za brzo računanje, provjeravanje te izmjenjivanje dimenzija u modelu. Inženjeru ova aplikacija uvelike olakšava i ubrzava proračun i modeliranje. Moguće je u nekoliko minuta provjeriti postojeći pužni prijenos, izmjeniti podatke, provesti proračun i nove podatke prenijeti u modele.

Proračun se vrši u programu Excel a pomoću Microsoft Visual Basic povezujemo izlazne podatke iz proračuna sa modelima u Solidworks-u. Izmjenjivanje i provjeravanje dimenzija vrši se na postojećim modelima pužnog vijka, pužnog kola te njihovog sklopa. Modeli su napravljeni kao predložak i bez tih predložaka aplikacija za provjeravanje i izmjenjivanje dimenzija ne može raditi. Proračun se može koristiti kao zasebna aplikacija i neovisna je o modelima. Razlog tome je što je proračun podijeljen u dvije grupe: podaci za proračun i podaci iz Solidworks-a. Za svaku od tih dviju grupa se posebno računaju faktori sigurnosti. Kod „podataka za proračun“ se sigurnosti računaju za podatke koje korisnik unosi ručno a kod „podataka iz Solidworks-a“ se koriste podaci koji su prethodno učitani iz modela.

5.2. Opis sučelja programske aplikacije

5.2.1. Radna knjiga - Proračun

Radna knjiga „Proračun“ je glavna radna knjiga i u njoj se vrši većina proračuna pužnog para.

Podijeljena je u dvije glavne cjeline:

1. Osnovni parametri (Slika 5.1) - u ovoj cjelini korisnik upisuje glavne parametre za proračun pužnog para kao što su: pogonska snaga, broj okretaja pužnog vijka i pužnog kola, prijenosni omjer, materijal pužnog vijka i pužnog kola, položaj pužnog vijka, hlađenje pužnog para, oblik boka zuba pužnog vijka te vrijednosti potrebnih sigurnosti.

4	1.0 Osnovni parametri				
5					
6	1.1	Pogonska snaga	P1=	10	[kW]
7	1.2	Pogonski broj okretaja	n1,n2 [min ⁻¹]	1500,00	150,00 <input type="checkbox"/> Promijeni unos
8	1.3	Prijenosni omjer	i	10	
9	1.4	Trajnost pogona	TP=	75	(0-100)
10	Odabir materijala, položaja, smjera okretanja...				
11	1.5	Materijal puža		Čelik - kaljen i brušen	
12	1.6	Materijal pužnog kola		Cu - Sn bronca	
13	1.7	Oblik boka pužnog vijka		Oblik boka A (ZA-puž)	?
14	1.8	Položaj pužnog vijka		Gore	
15	1.9	Smjer okretanja pužnog vijka		U smjeru kazaljke na satu	
16	1.10	Smjer zavojnice		Desna	
17	1.11	Izvedba hlađenja prijenosnika		Izvedba s propelerom	
18	Dopušteni iznosi faktora sigurnosti				
19	1.12	Sigurnost prema trošenju	Sr=	1	} >1
20	1.13	Sigurnost protiv pojava rupičenja	SH=	1	
21	1.14	Sigurnost protiv loma zuba pužnog kola	SF=	1	
22	1.15	Sigurnost protiv progiba pužnog vijka	Sf=	1	
23					

Slika 5.1. Osnovni parametri u radnoj knjizi „Proračun“


2. Orijentacijski proračun (Slika 5.3) – u ovoj cjelini se izračunavaju glavne dimenzije (npr. diobeni promjer, modul, korak, razmak osi ...), opteretivost i sigurnosti pužnog para. Podijeljen je u dva dijela: Podaci za proračun (lijevi dio) i podaci iz Solidworks-a (desni dio).

Unos podataka moguć je samo u bijela polja s time da kod nekih dijelova postoji mogućnost unosa vlastitih vrijednosti klikom na „kućicu“ (Slika 5.2.).

Sva plava polja u ovoj radnoj knjizi su zaštićena i ne može im se mijenjati vrijednosti. Razlog tome je da korisnik ne bi slučajno promijenio neku vrijednost i time narušio tok proračuna.

Koje bi rezultiralo ili pogrešnim izlaznim podacima ili se proračun ne bi mogao provesti zbog neodgovarajućih unesenih podataka.

32	2.2.	Dimenzije prijenosnika			
33	2.2.1	Računski razmak osi	a =	132,21	[mm]
34	2.2.2	Približan razmak osi	astand =	160	<input type="checkbox"/> [mm]
35	2.2.3	Red standardnog razmaka		Red 1	
36	2.2.4	Standardni promjer puža	d1 =	80	<input type="checkbox"/> [mm]
37	2.2.5	Broj zubi pužnog vijka	z1 =	3	<input type="checkbox"/>
38	2.2.6	Promjer vratila pužnog vijka	dvr =	25,41	[mm]
39	2.2.7	Standardni promjer vratila pužnog vijka	dvrst =	40	[mm]
40	2.2.8	Aksijalni modul	m =	8	<input type="checkbox"/> [mm]
41	2.2.9	Normalni modul	mn =	7,663	[mm]
42	2.2.10	Razmak osi (konačni)	a =	160,000	[mm]



			a =	132,21	[mm]
			astand =	160	<input checked="" type="checkbox"/> [mm]
				Red 1	
			d1 =	80	[mm]
			z1 =	3	<input type="checkbox"/>
			dvr =	25,41	[mm]
			dvrst =	40	[mm]
			m =	8	<input checked="" type="checkbox"/> [mm]
			mn =	7,663	[mm]
			a =	160,000	[mm]

Slika 5.2. Unos vlastitih vrijednosti kod proračuna

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1		Proračunati	Primjeniti	Podaci za proračun			Učitati	Podaci iz Solidworks-a			
2				Puž	Pužno kolo			Puž	Pužno kolo		
24	2.0	Orijentacijski proračun									
25	2.1.	Faktori									
26	2.1.1	Faktor hlađenja	q1=	9,725							
27	2.1.2	Pomoćna vrijednost	y=	4,062							
28	2.1.3	Faktor prijenosnog omjera	q2=	1,000							
29	2.1.4	Faktor sparivanja materijala	q3=	1,000							
30	2.1.5	Faktor načina izrade prijenosnika	q4=	0,800							
31	2.1.6	Faktor srednjeg kuta uspona zavojnice	q5=	0,290							
32	2.2.	Dimenzije prijenosnika									
33	2.2.1	Računski razmak osi	a =	132,21	[mm]						
34	2.2.2	Približan razmak osi	astand =	160	<input type="checkbox"/> [mm]						
35	2.2.3	Red standardnog razmaka		Red 1							
36	2.2.4	Standardni promjer puža	d1=	80	<input type="checkbox"/> [mm]						
37	2.2.5	Broj zubi pužnog vijka	z1=	3	<input type="checkbox"/>						
38	2.2.6	Promjer vratila pužnog vijka	dvr=	25,41	[mm]						
39	2.2.7	Standardni promjer vratila pužnog vijka	dvrst=	40	[mm]			dvrst=	40	[mm]	
40	2.2.8	Aksijalni modul	m=	8	<input type="checkbox"/> [mm]			m=	6	[mm]	
41	2.2.9	Normalni modul	mn=	7,663	[mm]			mn=	5,934	[mm]	
42	2.2.10	Razmak osi (konačni)	a =	160,000	[mm]			a =	154	[mm]	
43	2.2.11	Broj zubi	z1,z2=	3	30	[mm]		z1,z2=	2	38	[mm]
44	2.2.12	Diobeni promjer	d1,d2=	80,00	240,00	[mm]		d1,d2=	80,00	228	[mm]
45	2.2.13	Promjeri srednje kružnice	dm1,dm2=	80,00	240,00	[mm]		dm1,dm2=	80	228	[mm]
46	2.2.14	Tjemeni promjer	da1,da2=	95,33	255,33	[mm]		da1,da2=	92,00	240	[mm]
47	2.2.15	Podnožni promjer	df1,df2=	61,61	221,61	[mm]		df1,df2=	65,60	213,6	[mm]
48	2.2.16	Vanjski promjer kola	dA=	-	263,33	[mm]		dA=	-	246	[mm]
49	2.2.17	Visina zuba	h1=h2=	16,85774262	[mm]			h1=h2=			[mm]
50	2.2.18	Tjemena visina zuba	ha1, ha2=	7,7	7,7	[mm]		ha1, ha2=	6,0	6	[mm]
51	2.2.19	Podnožna visina zuba	hf1, hf2=	9,2	9,2	[mm]		hf1, hf2=	7,2	7,2	[mm]
52	2.2.20	Aksijalna debljina zuba	sa1,sa2=	12,566	12,566	[mm]		sa1,sa2=	9,425	9,425	[mm]
53	2.2.21	Aksijalna širina uzubine	se1,se2=	12,566	12,566	[mm]		se1,se2=	9,425	9,425	[mm]
54	2.2.22	Normalna debljina zuba	sn1,sn2=	12,036	12,036	[mm]		sn1,sn2=	9,321	9,321	[mm]
55	2.2.23	Faktor pomaka profila	x=	-	0,000	[mm]		x=	-		[mm]
56	2.2.24	Ušpon	P=	75,398	[mm]			P=	37,70	[mm]	
57	2.2.25	Dužina pužnog vijka, širina pužnog kola	b1,b2=	90,00	58,00	[mm]		b1,b2=	75,00	53	[mm]
58	2.2.26	Vanjska širina pužnog kola	bA=	-	66	[mm]		bA=	-	59	[mm]
59	Proračun Tablice Podaci Evolventa										

Slika 5.3. Orijetacijski proračun u radnoj knjizi „Proračun“

5.2.2. Radna knjiga - Tablice

Radna knjiga „Tablice“ služi kao baza podataka potrebnih za proračun pužnog para. U njoj se nalaze razne tablice (npr. tablice za standardni osni razmak, standardni modul, koeficijente ..) te potrebni proračuni za interpolaciju vrijednosti.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												

Slika 5.4. Radna knjiga „Tablice“

5.2.3. Radna knjiga - Podaci

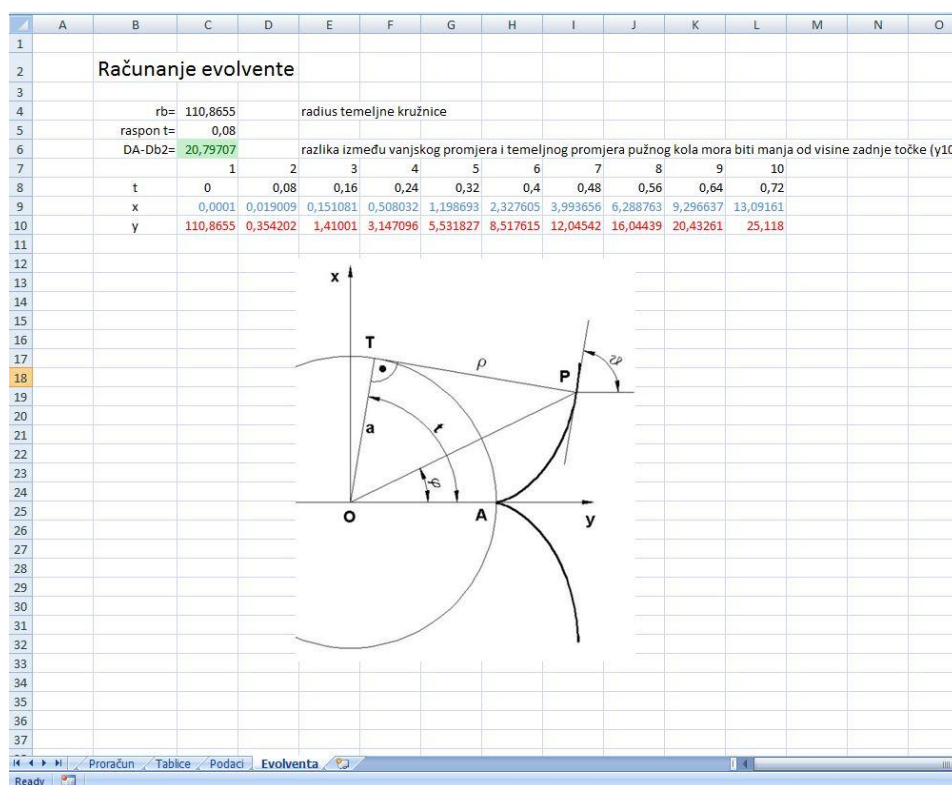
Radna knjiga „Podaci“ služi kao knjiga za pomoćni proračun zbog toga da se u glavnoj knjizi „Proračun“ ne bi prikazivali nepotrebni podaci koji bi zbunjivali korisnika. U njoj se računaju podaci za sve moguće uvjete i tada se na temelju odabranih, određeni podaci prebacuju u glavnu radnu knjigu „Proračun“.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Slika 5.5. Radna knjiga „Podaci“

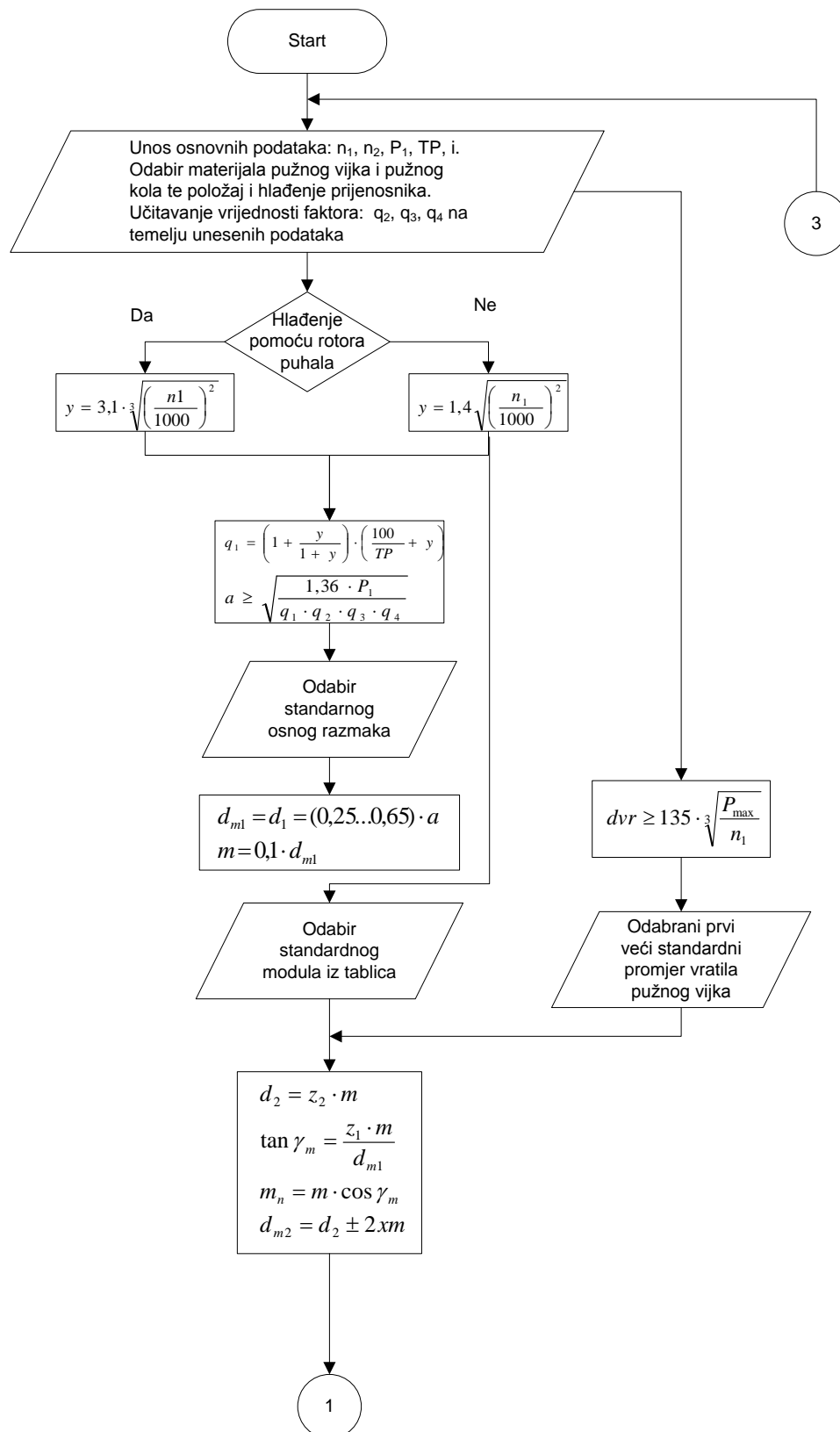
5.2.4. Radna knjiga - Evolventa

Radna knjiga „Evolventa“ služi za računanje koordinata točaka evolventnog ozubljenja. Radius temeljne kružnice se računa prema podacima iz radnje knjige „Proračun“. Jedini parametar koji se ovdje može mijenjati je raspon t , s time voditi računa da razlika između vanjskog promjera pužnog kola i temeljne kružnice mora biti manja od vrijednosti y u točki 10, kako ne bi došlo do grešaka kod korištenja tih podataka u programskoj aplikaciji Solidworks.

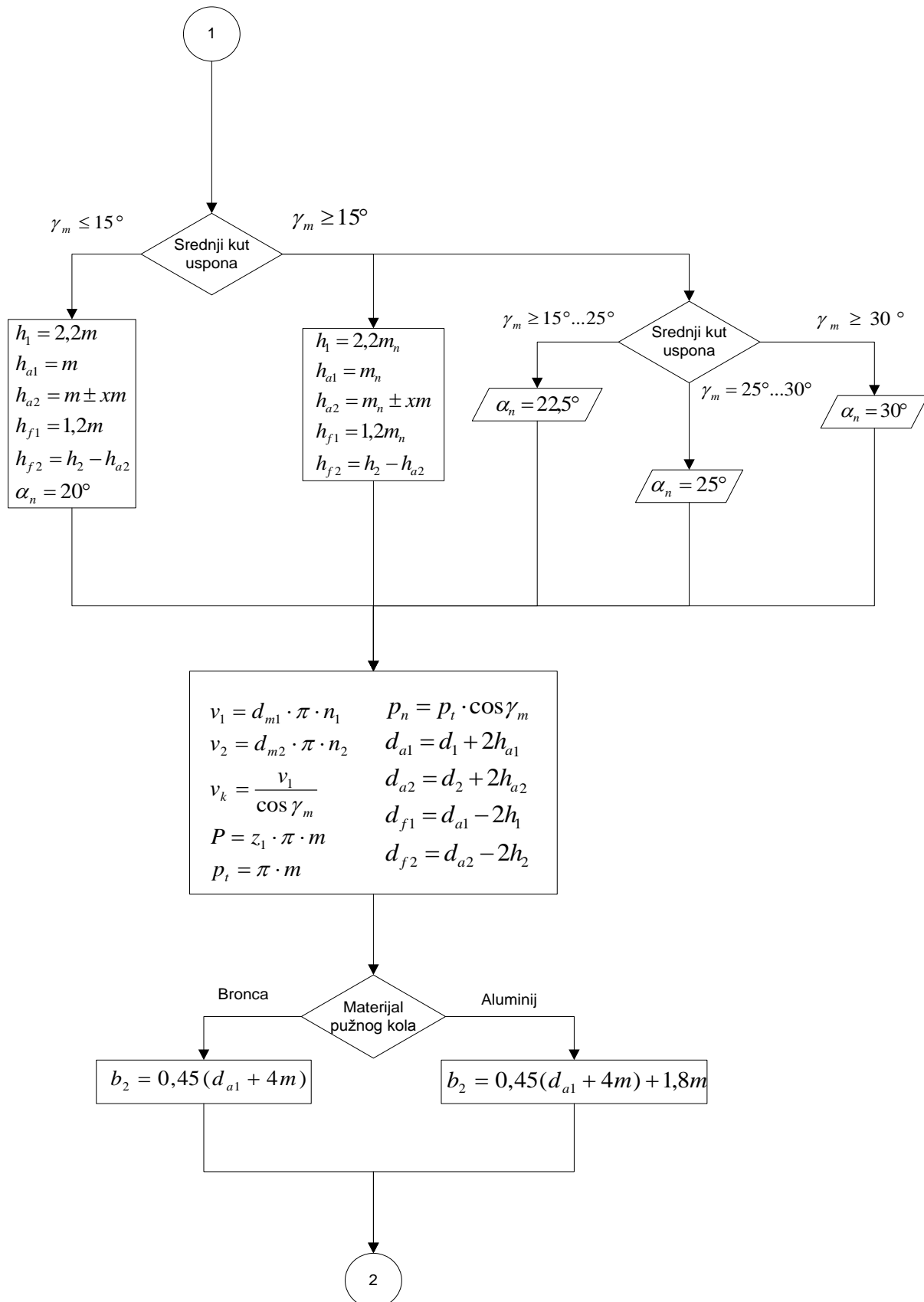


Slika 5.6. Radna knjiga „Evolventa“

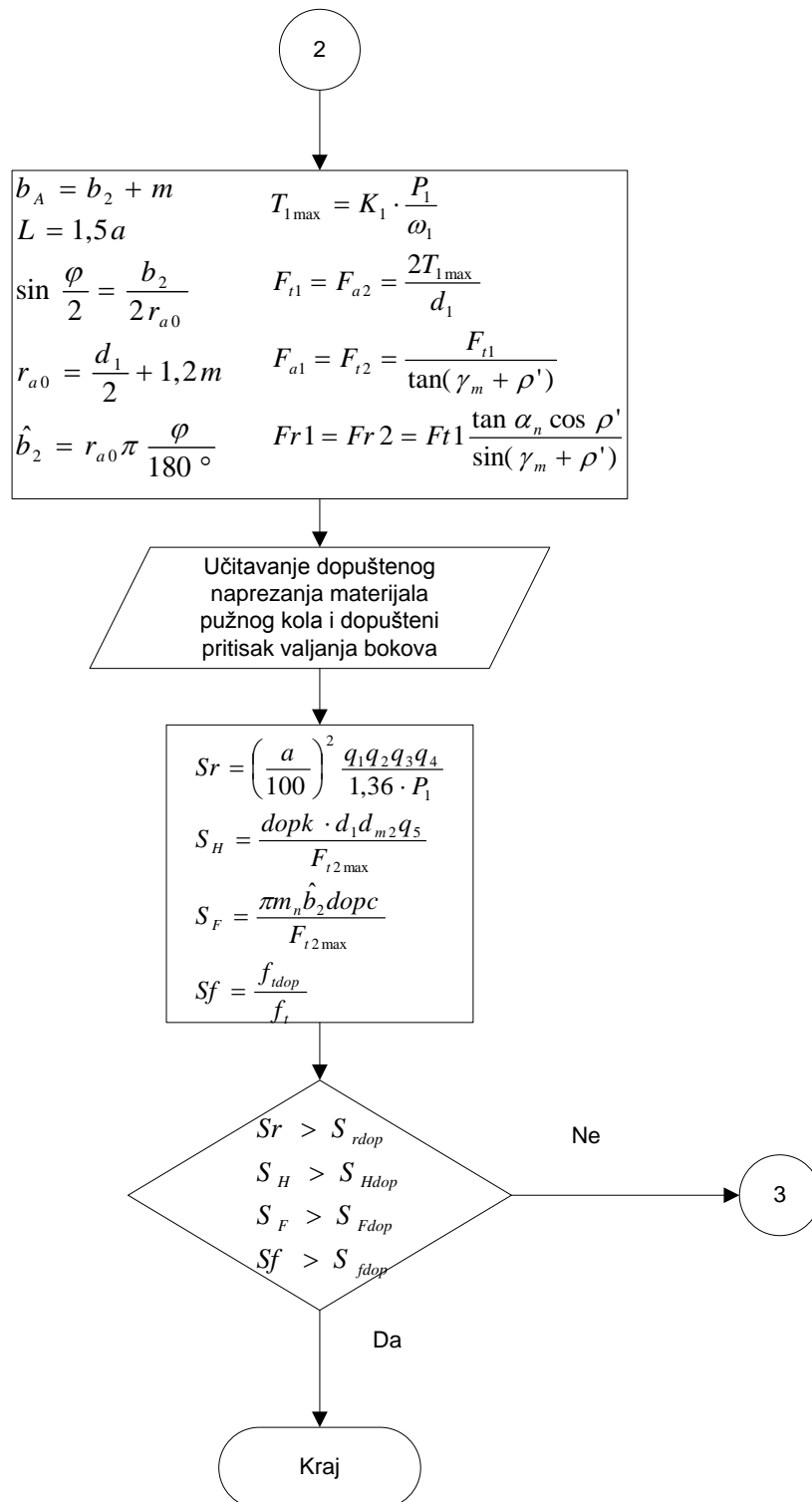
5.3. Dijagrami toka



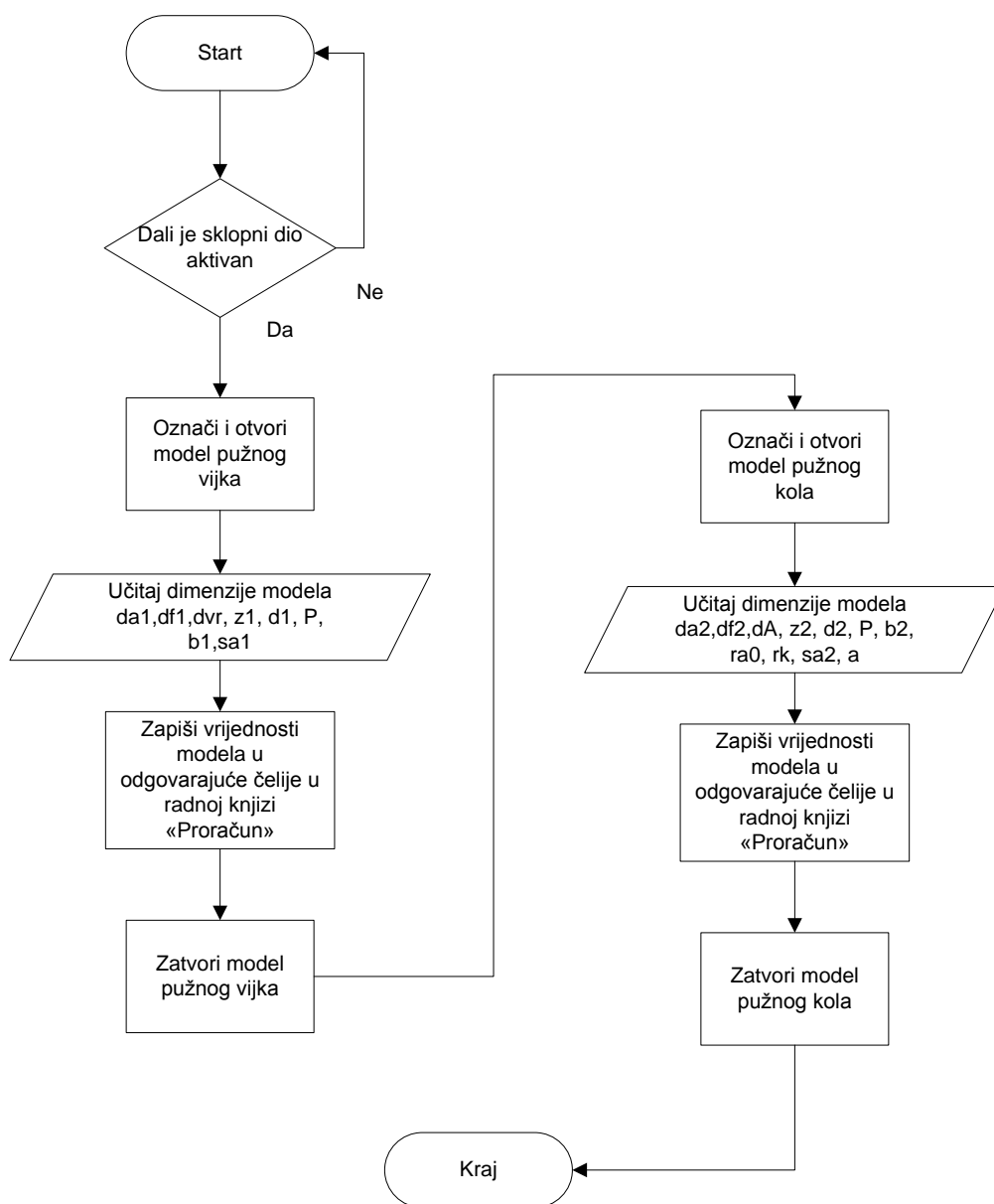
Slika 5.7. Dijagram toka (1) proračuna



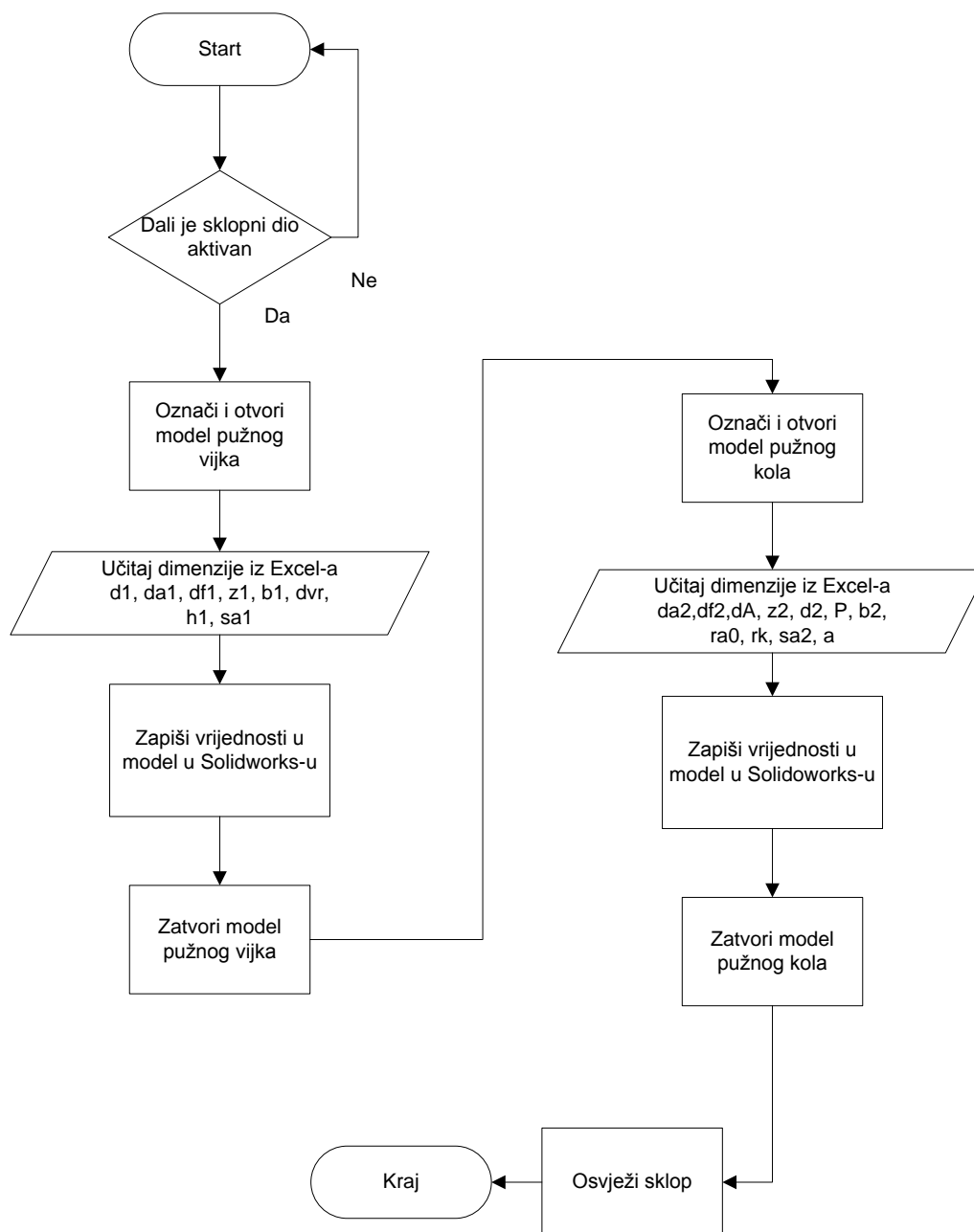
Slika 5.8. Dijagram toka (2) proračuna



Slika 5.9. Dijagram toka (3) proračuna



Slika 5.10. Dijagram toka učitavanja podataka



Slika 5.11. Dijagram toka primjenjivanja podataka

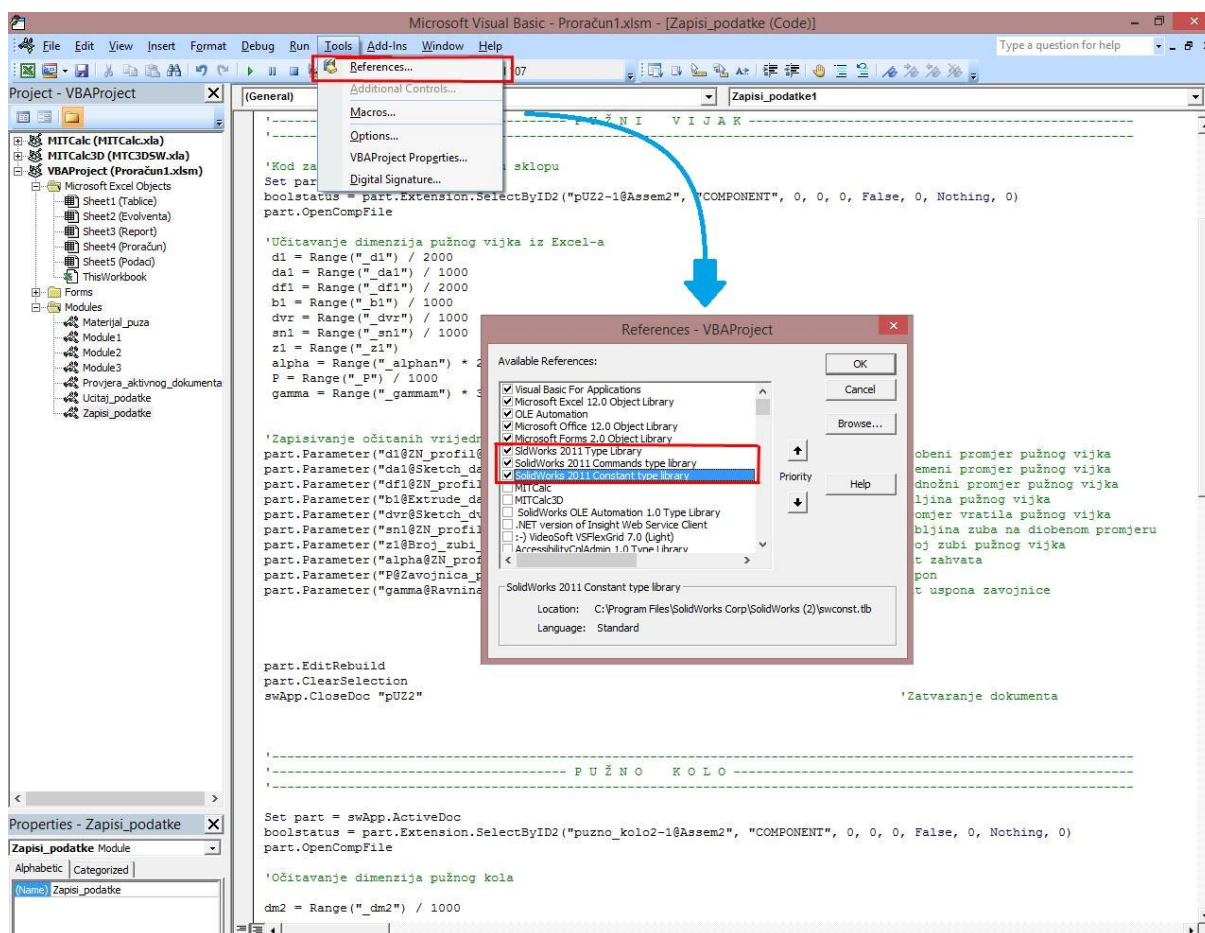
5.4. Upute za korištenje programske aplikacije za proračun pužnog para

Kako bi mogli pravilno koristiti programsku aplikaciju trebamo se držati redoslijeda obavljanja operacija:

1. Otvoriti proračun u Excel-u
2. Otvoriti sklop u Solidworks-u
3. Učitati podatke
4. Napraviti proračun
5. Primijeniti podatke na model

Učitavanje podataka (3.) u Excel nije nužno, ono nam služi samo da provjerimo sigurnosti i dimenzije na trenutnom modelu.

Kako bi mogli povezati Excel i Solidworks potrebno je dodati reference u Microsoft Visual Basic. One nam omogućuju korištenje programskog koda za upravljanje Solidworks-om.



Slika 5.12. Dodavanje reference u Microsoft Visual Basic

6. PRIMJER RJEŠAVANJA PUŽNOG PRIJENOSA

U ovom poglavlju biti će prikazano korištenje programske aplikacije za proračun pužnog para na dva primjera. Na temelju ulaznih podataka i dimenzija pužnog para, napravljen je proračun, izmjena podataka te generiranje novih modela.

6.1. Primjer 1

6.1.1. Ulazni podaci

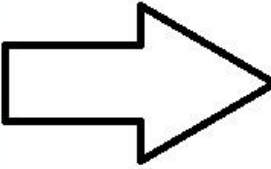
Na donjoj slici prikazane su ulazni podaci u programskoj aplikaciji za proračun.

	A	B	C	D	E	F
1		Proračunati	Primjeniti	Podaci za proračun		
2				Puž	Pužno kolo	
3						
4		1.0 Osnovni parametri				
5						
6	1.1	Pogonska snaga	$P_1 =$	15	[kW]	
7	1.2	Pogonski broj okretaja	n_1, n_2 [min ⁻¹]	1450,00	76,32	<input type="checkbox"/> Promijeni unos
8	1.3	Prijenosni omjer	i	19		
9	1.4	Trajnost pogona	$TP =$	75	(0-100)	
10		Odabir materijala, položaja, smjera okretanja...				
11	1.5	Materijal puža		Čelik - kaljen i brušen		
12	1.6	Materijal pužnog kola		Al legure		
13	1.7	Oblik boka pužnog vijka		Oblik boka K (ZK-puž)		
14	1.8	Položaj pužnog vijka		Dolje		
15	1.9	Smjer okretanja pužnog vijka		U smjeru kazaljke na satu		
16	1.10	Smjer zavojnice		Desna		
17	1.11	Izvedba hlađenja prijenosnika		Izvedba s propelerom		
18		Dopušteni iznosi faktora sigurnosti				
19	1.12	Sigurnost prema trošenju	$S_r =$	1	} >1	
20	1.13	Sigurnost protiv pojava rupičenja	$S_H =$	1		
21	1.14	Sigurnost protiv loma zuba pužnog kola	$S_F =$	1		
22	1.15	Sigurnost protiv progiba pužnog vijka	$S_f =$	1		
23						

Slika 6.1. Primjer 1 – ulazni podaci

6.1.2. Učitavanje dimenzija prijenosnika

Prvi korak je učitavanje podataka iz modela u proračun, ono se izvršava klikom na gumb „Učitati“ :



G	H	I	J
Učitati	Podaci iz Solidworks-a		
	Puž	Pužno kolo	
dvst=			[mm]
m=	0		[mm]
mn=	#DIV/0!		[mm]
a =			[mm]
z1,z2=			[mm]
d1,d2=		0	[mm]
dm1,dm2=	0		[mm]
da1,da2=			[mm]
df1,df2=			[mm]
dA=	-		
h1=h2=			[mm]
ha1, ha2=	0,0	0	[mm]
hf1, hf2=	0,0	0	[mm]
sa1,sa2=	0,000		[mm]
se1,se2=	0,000	0,000	[mm]
sn1,sn2=		0,000	[mm]
x=	-		[mm]
P=			[mm]
b1,b2=			[mm]
bA=	-	0	[mm]
ra0=			[mm]
b2užni=		#DIV/0!	[mm]
φ=		#DIV/0!	[°]
ym=		#DIV/0!	[°]
αn=	20		[°]
rk=	-	34	[mm]
T1,T2=	98,79	#DIV/0!	[Nm]
Ft1=Fa2=		#DIV/0!	[N]
Fa1=Ft2=		#DIV/0!	[N]
Fr1=Fr2=		#DIV/0!	[N]
ηuk=		#DIV/0!	
P2=	-	#DIV/0!	[kW]
Sr=	0,00		
SH=		#DIV/0!	
Sf=		#DIV/0!	
Sf=		#DIV/0!	
ffdop=	0		[mm]
ff=		#DIV/0!	[mm]
Fa=		#DIV/0!	[N]
I=	0		[mm^4]
E=	210000		[N/mm^2]
L=	0		[mm]

Učitati	Podaci iz Solidworks-a		
	Puž	Pužno kolo	
dvst=	40		[mm]
m=	6		[mm]
mn=	5,934		[mm]
a =	154		[mm]
z1,z2=	2	38	[mm]
d1,d2=	80,00	228	[mm]
dm1,dm2=	80	228	[mm]
da1,da2=	92,00	240	[mm]
df1,df2=	65,60	213,6	[mm]
dA=	-	246	
h1=h2=			[mm]
ha1, ha2=	6,0	6	[mm]
hf1, hf2=	7,2	7,2	[mm]
sa1,sa2=	9,425	9,425	[mm]
se1,se2=	9,425	9,425	[mm]
sn1,sn2=	9,321	9,321	[mm]
x=	-		[mm]
P=		37,70	[mm]
b1,b2=	75,00	63	[mm]
bA=	-	69	[mm]
ra0=		47,2	[mm]
b2užni=		68,98	[mm]
φ=		83,73	[°]
ym=		8,53	[°]
αn=	20		[°]
rk=	-	34	[mm]
T1,T2=	98,79	1605,58	[Nm]
Ft1=Fa2=		2470	[N]
Fa1=Ft2=		14084	[N]
Fr1=Fr2=		5203	[N]
ηuk=		0,855	
P2=	-	12,83	[kW]
Sr=		0,68	
SH=		1,33	
Sf=		1,31	
Sf=		1,43	
ffdop=		0,08	[mm]
ff=		0,0560	[mm]
Fa=		5759	[N]
I=		125664	[mm^4]
E=		210000	[N/mm^2]
L=		231	[mm]

Slika 6.2. Primjer 1 – učitavanje podataka

Kao što vidimo (Slika 6.2) naš pužni prijenos ne zadovoljava sigurnost prema trošenju. Promjenom parametara moramo dimenzionirati prijenosnik tako da svi parametri zadovoljavaju uvjete.

6.1.3. Izmjena podataka

Povećanjem modula na $m = 8 \text{ mm}$ i povećanjem promjera vratila puža na $d_{vr} = 50 \text{ mm}$, uz iste ulazne podatke naš pužni prijenos zadovoljava sve faktore sigurnosti.

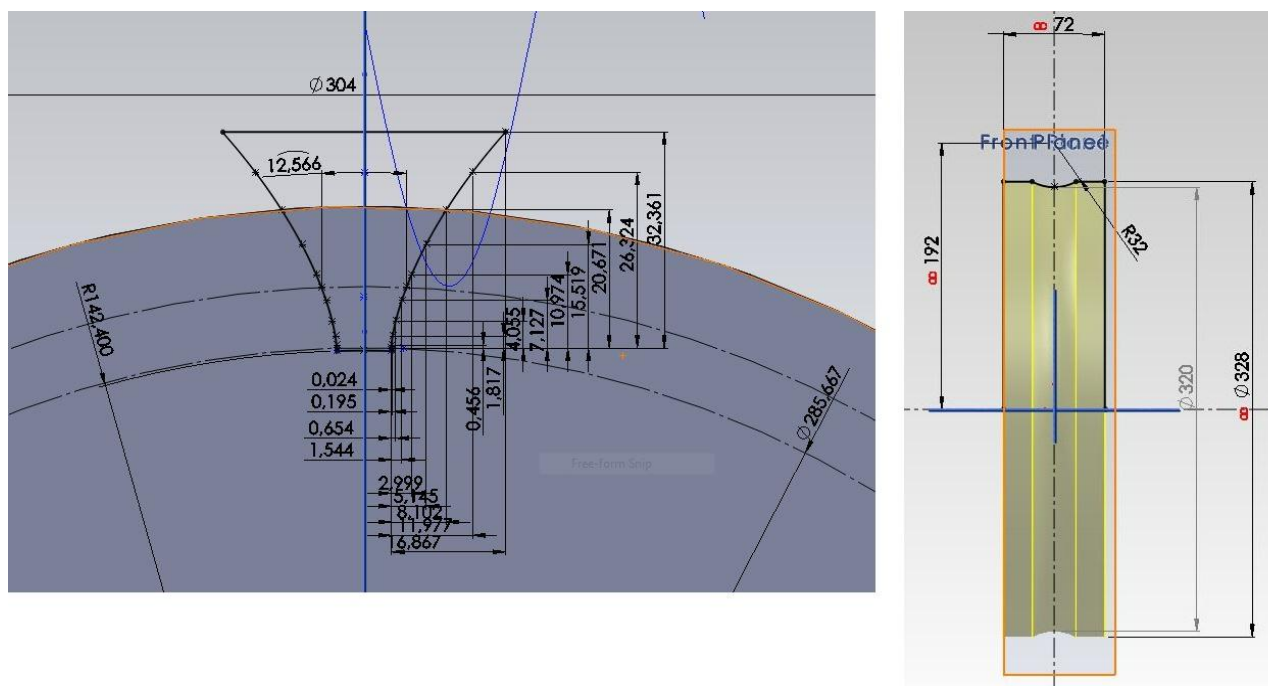
	A	B	C	D	E	
1		Proračunati	Primjeniti	Podaci za proračun		
2				Puž	Pužno kolo	
31	2.1.6	Faktor srednjeg kuta uspona zavojnice	$q_5 =$	0,320		
32	2.2.	Dimenzije prijenosnika				
33	2.2.1	Računski razmak osi	$a =$	186,56	[mm]	
34	2.2.2	Približan razmak osi	$a_{\text{stand}} =$	200	[mm]	
35	2.2.3	Red standardnog razmaka		Red 2		
36	2.2.4	Standardni promjer puža	$d_1 =$	80	[mm]	
37	2.2.5	Broj zubi pužnog vijka	$z_1 =$	2		
38	2.2.6	Promjer vratila pužnog vijka	$d_{vr} =$	29,42	[mm]	
39	2.2.7	Standardni promjer vratila pužnog vijka	$d_{vrst} =$	50	[mm]	
40	2.2.8	Aksijalni modul	$m =$	8	[mm]	
41	2.2.9	Normalni modul	$m_n =$	7,845	[mm]	
42	2.2.10	Razmak osi (konačni)	$a =$	192,000	[mm]	
43	2.2.11	Broj zubi	$z_1, z_2 =$	2	38	[mm]
44	2.2.12	Diobeni promjer	$d_1, d_2 =$	80,00	304,00	[mm]
45	2.2.13	Promjeri srednje kružnice	$d_{m1}, d_{m2} =$	80,00	304,00	[mm]
46	2.2.14	Tjemeni promjer	$d_{a1}, d_{a2} =$	96,00	320,00	[mm]
47	2.2.15	Podnožni promjer	$d_{f1}, d_{f2} =$	60,80	284,80	[mm]
48	2.2.16	Vanjski promjer kola	$d_A =$	-	328,00	
49	2.2.17	Visina zuba	$h_1 = h_2 =$	17,6		[mm]
50	2.2.18	Tjemena visina zuba	$h_{a1}, h_{a2} =$	8,0	8,0	[mm]
51	2.2.19	Podnožna visina zuba	$h_{f1}, h_{f2} =$	9,6	9,6	[mm]
52	2.2.20	Aksijalna debljina zuba	$s_{a1}, s_{a2} =$	12,566	12,566	[mm]
53	2.2.21	Aksijalna širina uzubine	$s_{e1}, s_{e2} =$	12,566	12,566	[mm]
54	2.2.22	Normalna debljina zuba	$s_{n1}, s_{n2} =$	12,322	12,322	[mm]
55	2.2.23	Faktor pomaka profila	$x =$	-	0,0000	[mm]
56	2.2.24	Uspon	$P =$	50,265		[mm]
57	2.2.25	Dužina pužnog vijka, širina pužnog kola	$b_1, b_2 =$	100,00	72,00	[mm]
58	2.2.26	Vanjska širina pužnog kola	$b_A =$	-	80	[mm]
59	2.2.27	Polumjer ra_0 pužnog kola	$ra_0 =$	-	49,6	[mm]
60	2.2.28	Dužina luka korijenja zuba pužnog kola	$b_{2\text{lukni}} =$	-	80,57	[mm]
61	2.2.29	Središnji kut	$\phi =$	93,07		[°]
62	2.2.30	Srednji kut uspona	$\gamma_m =$	11,31		[°]
63	2.2.31	Kut zahvata	$\alpha_n =$	20		[°]
64	2.2.32	Polumjer zakrivljenja tjemena PK	$r_k =$	-	32	[mm]
65	2.3	Opteretivost pužnog prijenosnika				
66	2.3.1	Maksimalni okretni moment	$T_1, T_2 =$	98,79	1662,35	[Nm]
67	2.3.2	Obodna sila puža=aksijalna sila PK	$F_t1 = F_a2 =$	2470		[N]
68	2.3.3	Aksijalna sila puža=obodna sila PK	$F_a1 = F_t2 =$	10937		[N]
69	2.3.4	Radikalna sila	$F_r1 = F_r2 =$	4080		[N]
70	2.3.5	Ukupna iskoristivost	$\eta_{uk} =$	0,886		
71	2.3.6	Snaga na gonjenom vratilu	$P_2 =$	-	13,29	[kW]
72	2.3.7	Sigurnost prema trošenju	$S_r =$	1,06		
73	2.3.8	Sigurnost protiv pojave rupičenja	$S_H =$	2,28		
74	2.3.9	Sigurnost protiv loma zuba pužnog vijka	$S_F =$	2,60		
75	2.3.10	Sigurnost protiv progiba pužnog vijka	$S_f =$	2,17		

Slika 6.3. Primjer 1 – izmijenjeni podaci

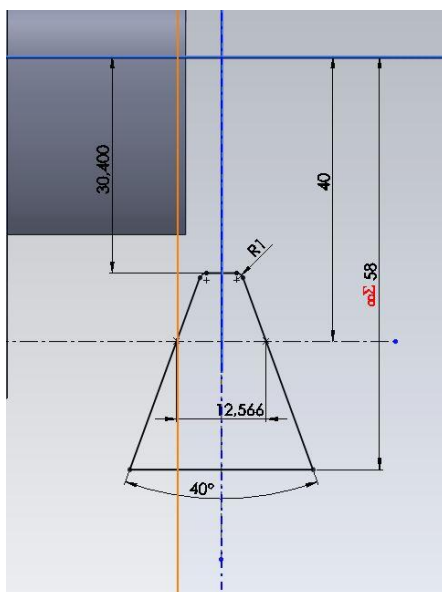
6.1.4. Generiranje novog modela

Ako smo zadovoljni sa prethodno generiranim podaci i ako nove dimenzije prijenosnika zadovoljavaju geometrijske uvjete, možemo pritiskom na gumb „Primijeniti“ generirati pužni prijenos sa tim novim podacima.

Nove dimenzije pužnog para prikazane su na sljedećim slikama:



Slika 6.4. Primjer 1 – nove dimenzije pužnog kola



Slika 6.5. Primjer 1 – nove dimenzije profila pužnog vijka

6.2. Primjer 2

6.2.1. Ulazni podaci

Na donjoj slici prikazane su ulazni podaci u programskoj aplikaciji za proračun.

	A	B	C	D	E	F
1		Proračunati	Primjeniti	Podaci za proračun		
2				Puž	Pužno kolo	
3						
4	1.0	Osnovni parametri				
5						
6	1.1	Pogonska snaga	$P_1 =$	7		[kW]
7	1.2	Pogonski broj okretaja	n_1, n_2 [min ⁻¹]	1000,00	66,67	<input type="checkbox"/> Promijeni unos
8	1.3	Prijenosni omjer	i	15		
9	1.4	Trajnost pogona	$TP =$	50		(0-100)
10		Odabir materijala, položaja, smjera okretanja...				
11	1.5	Materijal puža		Čelik - kaljen i brušen		
12	1.6	Materijal pužnog kola		Al legure		
13	1.7	Oblik boka pužnog vijka		Oblik boka N (ZN-puž)		?
14	1.8	Položaj pužnog vijka		Dolje		
15	1.9	Smjer okretanja pužnog vijka		U smjeru kazaljke na satu		
16	1.10	Smjer zavojnice		Desna		
17	1.11	Izvedba hlađenja prijenosnika		Izvedba bez propelera		
18		Dopušteni iznosi faktora sigurnosti				
19	1.12	Sigurnost prema trošenju	$S_r =$	1	} >1	
20	1.13	Sigurnost protiv pojava rupičenja	$S_H =$	1		
21	1.14	Sigurnost protiv loma zuba pužnog kola	$S_F =$	1		
22	1.15	Sigurnost protiv progiba pužnog vijka	$S_f =$	1		
23						

Slika 6.6. Primjer 2 – ulazni podaci

6.2.2. Učitavanje dimenzija prijenosnika

Prvi korak je učitavanje podataka iz modela u proračun, ono se izvršava klikom na gumb „Učitati“ :

G	H	I	J
Učitati	Podaci iz Solidworks-a		
	Puž	Pužno kolo	
dvrst=			[mm]
m=	0		[mm]
mn=	#DIV/0!		[mm]
a =			[mm]
z1,z2=			[mm]
d1,d2=		0	[mm]
dm1,dm2=	0		[mm]
da1,da2=			[mm]
df1,df2=			[mm]
dA=	-		
h1=h2=			[mm]
ha1, ha2=	0,0	0	[mm]
hf1, hf2=	0,0	0	[mm]
sa1,sa2=	0,000		[mm]
se1,se2=	0,000	0,000	[mm]
sn1,sn2=		0,000	[mm]
x=	-		[mm]
P=			[mm]
b1,b2=			[mm]
bA=	-	0	[mm]
ra0=			[mm]
b2lučni=		#DIV/0!	[mm]
φ=		#DIV/0!	[°]
ym=		#DIV/0!	[°]
αn=	20		[°]
rk=	-	34	[mm]
T1,T2=	98,79	#DIV/0!	[Nm]
Ft1=Fa2=	#DIV/0!		[N]
Fa1=Ft2=	#DIV/0!		[N]
Fr1=Fr2=	#DIV/0!		[N]
ηuk=	#DIV/0!		
P2=	-	#DIV/0!	[kW]
Sr=	0,00		
SH=	#DIV/0!		
SF=	#DIV/0!		
Sf=	#DIV/0!		
frdop=	0		[mm]
fr=	#DIV/0!		[mm]
FR=	#DIV/0!		[N]
I=	0		[mm^4]
E=	210000		[N/mm^2]
L=	0		[mm]

dvrst =	30	[mm]	
m=	5	[mm]	
mn=	4,932	[mm]	
a =	105	[mm]	
z1,z2=	2	30	[mm]
d1,d2=	60,00	150	[mm]
dm1,dm2=	60	150	[mm]
da1,da2=	70,00	160	[mm]
df1,df2=	48,00	138	[mm]
dA=	-	165	
h1=h2=			[mm]
ha1, ha2=	5,0	5	[mm]
hf1, hf2=	6,0	6	[mm]
sa1,sa2=	7,854	7,854	[mm]
se1,se2=	7,854	7,854	[mm]
sn1,sn2=	7,854	7,854	[mm]
x=	-		[mm]
P=	31,42		[mm]
b1,b2=	56,00	50	[mm]
bA=	-	55	[mm]
ra0=		36	[mm]
b2lučni=		55,27	[mm]
φ=	87,97		[°]
ym=	9,46		[°]
αn=	20		[°]
rk=	-	25	[mm]
T1,T2=	66,85	846,63	[Nm]
Ft1=Fa2=	2228		[N]
Fa1=Ft2=	11288		[N]
Fr1=Fr2=	4186		[N]
ηuk=	0,844		
P2=	-	5,91	[kW]
Sr=	0,73		
SH=	0,85		
SF=	0,87		
Sf=	1,30		
frdop=	0,06		[mm]
fr=	0,0462		[mm]

Slika 6.7. Primjer 2 – učitavanje podataka

Kao što vidimo (Slika 6.7) naš pužni prijenos ne zadovoljava sigurnost prema trošenju, sigurnost protiv pojave rupičenja i sigurnost prema loma zuba pužnog kola. Promjenom parametara moramo dimenzionirati prijenosnik tako da svi parametri zadovoljavaju uvjete.

6.2.3. Izmjena podataka

Smanjenjem ulazne pogonske snage na $P_1=5$ kW te promjenom hlađenja prijenosnika postavljanjem propelera na pužni vijak zadovoljili smo sve potrebne sigurnosti s time da su dimenzije prijenosnika ostale iste.

1	Proračunati		Primjeniti	Podaci za proračun	
2				Puž	Pužno kolo
3					
4	1.0 Osnovni parametri				
5					
6	1.1	Pogonska snaga	$P_1=$	5	[kW]
7	1.2	Pogonski broj okretaja	n_1, n_2 [min ⁻¹]	1000,00	66,67
8	1.3	Prijenosni omjer	i	15	Promijeni unos
9	1.4	Trajanost pogona	$TP=$	50	(0-100)
10	Odabir materijala, položaja, smjera okretanja...				
11	1.5	Materijal puža		Čelik - kaljen i brušen	
12	1.6	Materijal pužnog kola		Al legure	
13	1.7	Oblik boka pužnog vijka		Oblik boka N (ZN-puž)	?
14	1.8	Položaj pužnog vijka		Dolje	
15	1.9	Smjer okretanja pužnog vijka		U smjeru kazaljke na satu	
16	1.10	Smjer zavojnice		Desna	
17	1.11	Izvedba hlađenja prijenosnika		Izvedba s propelerom	
18	Dopušteni iznosi faktora sigurnosti				
19	1.12	Sigurnost prema trošenju	$S_r=$	1	} >1
20	1.13	Sigurnost protiv pojave rupičenja	$S_H=$	1	
21	1.14	Sigurnost protiv loma zuba pužnog k	$S_F=$	1	
22	1.15	Sigurnost protiv progiba pužnog vijka	$S_f=$	1	

Slika 6.8. Primjer 2 – izmijenjeni ulazni podaci

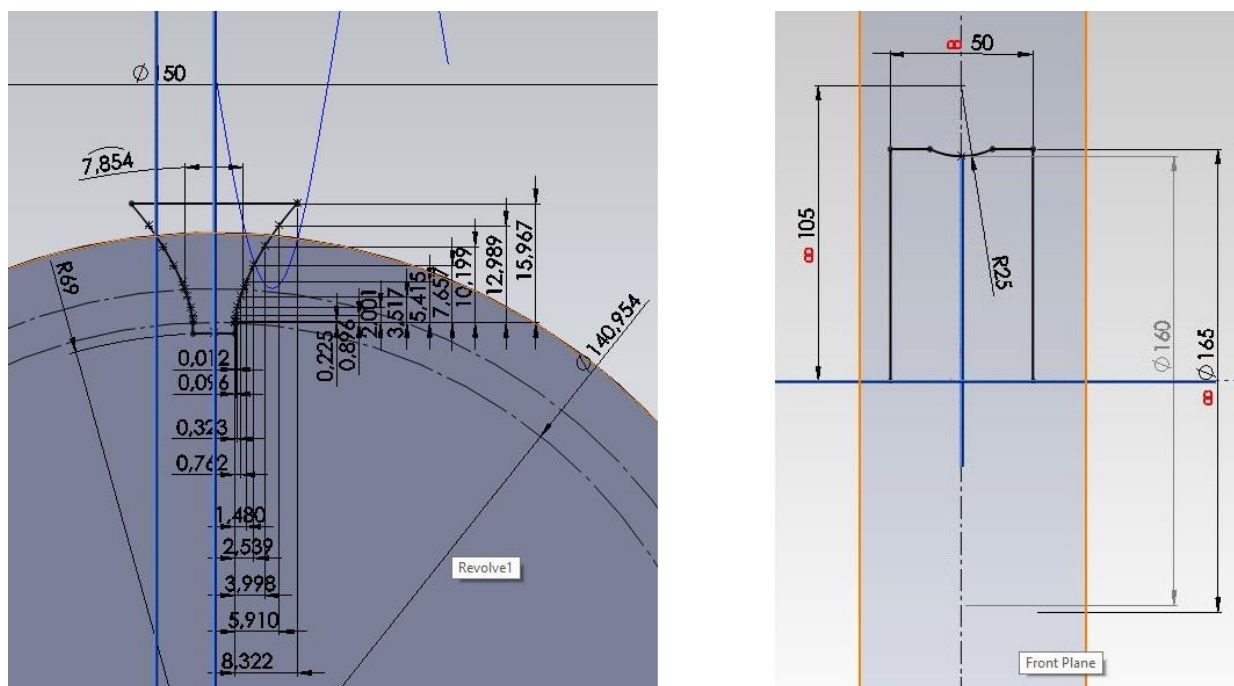
32	2.2.	Dimenzije prijenosnika				
33	2.2.1	Računski razmak osi	$a =$	103,80	[mm]	
34	2.2.2	Približan razmak osi	$a_{\text{stand}} =$	160	[mm]	
35	2.2.3	Red standardnog razmaka		Red 1		
36	2.2.4	Standardni promjer puža	$d_1 =$	60	[mm]	
37	2.2.5	Broj zubi pužnog vijka	$z_1 =$	2		
38	2.2.6	Promjer vratila pužnog vijka	$d_{vr} =$	23,08	[mm]	
39	2.2.7	Standardni promjer vratila pužnog vijka	$d_{vrst} =$	30	[mm]	
40	2.2.8	Aksijalni modul	$m =$	5	[mm]	
41	2.2.9	Normalni modul	$m_n =$	4,932	[mm]	
42	2.2.10	Razmak osi (konačni)	$a =$	105,000	[mm]	
43	2.2.11	Broj zubi	$z_1, z_2 =$	2	30	[mm]
44	2.2.12	Diobeni promjer	$d_1, d_2 =$	60,00	150,00	[mm]
45	2.2.13	Promjeri srednje kružnice	$d_{m1}, d_{m2} =$	60,00	150,00	[mm]
46	2.2.14	Tjemeni promjer	$d_{a1}, d_{a2} =$	70,00	160,00	[mm]
47	2.2.15	Podnožni promjer	$d_{f1}, d_{f2} =$	48,00	138,00	[mm]
48	2.2.16	Vanjski promjer kola	$d_A =$	-	165,00	
49	2.2.17	Visina zuba	$h_1 = h_2 =$	11		[mm]
50	2.2.18	Tjemena visina zuba	$h_{a1}, h_{a2} =$	5,0	5,0	[mm]
51	2.2.19	Podnožna visina zuba	$h_{f1}, h_{f2} =$	6,0	6,0	[mm]
52	2.2.20	Aksijalna debljina zuba	$s_{a1}, s_{a2} =$	7,854	7,854	[mm]
53	2.2.21	Aksijalna širina uzubine	$s_{e1}, s_{e2} =$	7,854	7,854	[mm]
54	2.2.22	Normalna debljina zuba	$s_{n1}, s_{n2} =$	7,747	7,747	[mm]
55	2.2.23	Faktor pomaka profila	$x =$	-	0,0000	[mm]
56	2.2.24	Ušpon	$P =$	31,416		[mm]
57	2.2.25	Dužina pužnog vijka, širina pužnog k	$b_1, b_2 =$	56,00	50,00	[mm]
58	2.2.26	Vanjska širina pužnog vijka	$b_A =$	-	55	[mm]
59	2.2.27	Polumjer ra_0 pužnog kola	$ra_0 =$	-	36	[mm]
60	2.2.28	Dužina luka korijenja zuba pužnog k	$b_{2uzeni} =$	-	55,27	[mm]
61	2.2.29	Središnji kut	$\phi =$	87,97		[°]
62	2.2.30	Srednji kut uspona	$\gamma_m =$	9,46		[°]
63	2.2.31	Kut zahvata	$\alpha_n =$	20		[°]
64	2.2.32	Polumjer zakrivljenja tjemena PK	$rk =$	-	25	[mm]
65	2.3	Opteretivost pužnog prijenosnika				
66	2.3.1	Maksimalni okretni moment	$T_1, T_2 =$	47,75	604,74	[Nm]
67	2.3.2	Obodna sila puža=aksijalna sila PK	$F_{t1}=F_{a2}=$	1592		[N]
68	2.3.3	Aksijalna sila puža=obodna sila PK	$F_{a1}=F_{t2}=$	8063		[N]
69	2.3.4	Radikalna sila	$F_{r1}=F_{r2}=$	2990		[N]
70	2.3.5	Ukupna iskoristivost	$\eta_{uk} =$	0,844		
71	2.3.6	Snaga na gonjenom vratilu	$P_2 =$	-	4,22	[kW]
72	2.3.7	Sigurnost prema trošenju	$S_r =$	1,02		
73	2.3.8	Sigurnost protiv pojave rupičenja	$S_H =$	1,19		
74	2.3.9	Sigurnost protiv loma zuba pužnog k	$S_F =$	1,22		
75	2.3.10	Sigurnost protiv progiba pužnog vijka	$S_f =$	1,82		

Slika 6.9. Primjer 2 – novi podaci

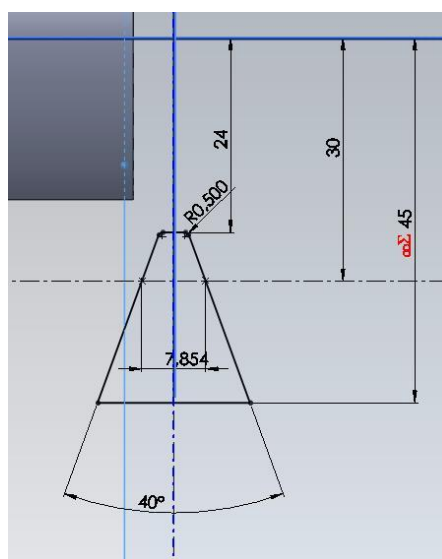
6.2.4. Generiranje novog modela

Ako smo zadovoljni sa prethodno generiranim podaci i ako nove dimenzije prijenosnika zadovoljavaju geometrijske uvjete, možemo pritiskom na gumb „Primijeniti“ generirati pužni prijenos sa tim novim podacima.

Nove dimenzije pužnog para prikazane su na sljedećim slikama:



Slika 6.10. Primjer 2 – nove dimenzije pužnog kola



Slika 6.11. Primjer 2 – nove dimenzije profila pužnog vijka

7. ZAKLJUČAK

Primjenom ove aplikacije za proračun pužnog para uvelike nam olakšava i smanjuje vrijeme potrebno za proračun i modeliranje. Korisnik može u nekoliko minuta provjeriti postojeći model pužnog para, napraviti novi proračun i s tim novim podacima generirati novi model pužnog para.

Ova aplikacija zahtjeva od korisnika da sam na temelju dobivenih rezultata zaključi dali je to rješenje povoljno i dali zadovoljava određene uvjete. Time se od korisnika očekuje da ima prethodna znanja o pužnim prijenosnicima i o korištenim programskim paketima.

Daljnjim razvojem ove aplikacije mogao bi se unaprijediti proračun korištenjem složenijih algoritama, obavještavanja korisnika o eventualnim pogreškama i daljnjim smjernicama pri otklanjanju tih pogrešaka. Model generiran ovom programskom aplikacijom ne može poslužiti za kompletnu dokumentaciju proizvoda. Razlog tome je taj što je model samo prikaz osnovnih dimenzija prijenosnika i nisu riješeni ostali problemi kao što je uležištenje prijenosnika, izvedba pužnog kola, izvedba pužnog vijka itd. Te probleme bi riješili dodavanjem novih opcija u proračun i novim predlošcima modela.

Razvojem i korištenjem ovakvih aplikacija za proračun nam povećavaju kvalitetu te konkurentnost na tržištu. Smanjuje se vrijeme potrebno za proračun i modeliranje te se inženjeri mogu posvetiti važnijim problemima.

LITERATURA

- [1] Oberšmit, E.: Ozubljenja i zupčanici, Tehnička knjiga Zagreb, 1982.
- [2] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 2006.
- [3] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003.
- [4] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [5] <http://www.clevelandgear.com/>
- [6] <http://www.qtcgears.com/>
- [7] <http://www.bostongear.com/>
- [8] <http://help.solidworks.com/2013/English/api/sldworksapiproguide/Welcome.htm>

PRILOZI

- I. CD-R disc
- II. Programski kod

II. Programski kod

Programski kod za gumb „Proračunati“

Private Sub ProracunatiButton_Click()

'Call UnprotectAll ' Pozivanje potprograma UnprotectAll

'Definiranje varijabli

Dim cmb1, cmb2, cmb4, cmb7 As ComboBox

Dim chk1 As CheckBox

Set cmb1 = Worksheets("Proračun").ComboBox1

Set cmb2 = Worksheets("Proračun").ComboBox2

'Popunjavanje polja_y

Set cmb7 = Worksheets("Proračun").ComboBox7

If cmb7.ListIndex = 0 Then Worksheets("Proračun").Range("_y") = ("=_yp1")

If cmb7.ListIndex = 1 Then Worksheets("Proračun").Range("_y") = ("=_yp2")

'Popunjavanje polja _q4

Set cmb4 = Worksheets("Proračun").ComboBox4

If cmb4.ListIndex = 0 Then Worksheets("Proračun").Range("_q4") = ("=_q4t2")

If cmb4.ListIndex = 1 Then Worksheets("Proračun").Range("_q4") = ("=_q4t1")

'Popunjavanje polja _q3 za zadane uvjete

If cmb1.ListIndex = 0 And cmb2.ListIndex = 0 Or cmb2.ListIndex = 1 Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = ("=_q3t1")

ElseIf cmb1.ListIndex = 0 And cmb2.ListIndex = 2 Or cmb2.ListIndex = 3 Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = ("=_q3t2")

ElseIf cmb1.ListIndex = 0 And cmb2.ListIndex = 6 Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = ("=_q3t3")

ElseIf cmb1.ListIndex = 0 And cmb2.ListIndex = 4 Or cmb2.ListIndex = 5 Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = 0.9

End If

If cmb1.ListIndex = 1 And cmb2.ListIndex = 0 Or cmb2.ListIndex = 1 Or cmb2.ListIndex = 4

Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = ("=_q3t4")

ElseIf cmb1.ListIndex = 1 And cmb2.ListIndex = 2 Or cmb2.ListIndex = 3 Or
cmb2.ListIndex = 5 Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = ("=_q3t5")

ElseIf cmb1.ListIndex = 1 And cmb2.ListIndex = 6 Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = ("=_q3t6")

End If

If cmb1.ListIndex = 2 And cmb2.ListIndex = 0 Or cmb2.ListIndex = 1 Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = ("=_q3t7")

ElseIf cmb1.ListIndex = 2 And cmb2.ListIndex = 2 Or cmb2.ListIndex = 3 Or
cmb2.ListIndex = 4 Or cmb2.ListIndex = 5 Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = 0.84

ElseIf cmb1.ListIndex = 2 And cmb2.ListIndex = 6 Then

Worksheets("Proračun").Range("_q3") = ("=_q3t8")

End If

Call Osni_razmak

'Broj zubi puža

Dim rngi, rngz1 As Range

Set rngi = Worksheets("proračun").Range("_i")

Set rngz1a = Worksheets("proračun").Range("_z1")

If rngi >= 30 And Worksheets("proračun").CheckBox5.Value = False Then

rngz1a = 1

ElseIf rngi >= 15 And rngi <= 29 And Worksheets("proračun").CheckBox5.Value = False
Then

rngz1a = 2

ElseIf rngi >= 10 And rngi <= 14 And Worksheets("proračun").CheckBox5.Value = False
Then

rngz1a = 3

ElseIf rngi >= 5 And rngi <= 9 And Worksheets("proračun").CheckBox5.Value = False Then

rngz1a = 4

End If

Worksheets("proračun").Range("_z1") = rngz1a

'Izbor kuta zahvata

Dim rngalpha, rnggamma As Range

Set rngalpha = Worksheets("proračun").Range("_alphan")

Set rnggamma = Worksheets("proračun").Range("_gammam")

If rnggamma <= 15 Then

rngalpha = 20

ElseIf rnggamma >= 15 And rngi <= 25 Then

rngalpha = 22.5

ElseIf rnggamma >= 25 And rngi <= 35 Then

rngalpha = 25

ElseIf rnggamma >= 35 Then

rngalpha = 30

End If

Worksheets("proračun").Range("_alphan") = rngalpha

'Izračun širine pužnog kola

If cmb2.ListIndex = 2 Or cmb2.ListIndex = 3 Then

Worksheets("podaci").Range("_b2pindex") = 1

Else

Worksheets("podaci").Range("_b2pindex") = 0

End If

'Koeficijent trenja u ovisnosti od brzine klizanja i načina izrade puža

If cmb1.ListIndex = 0 Then

Worksheets("podaci").Range("_roindex") = 0

Else

Worksheets("podaci").Range("_roindex") = 1

End If

'Popunjavanje standardnog modula ako je vlastiti unos isključen

If Worksheets("proračun").CheckBox4.Value = False Then

```
Worksheets("proračun").Range("_m") = ("=_mstand")
```

```
End If
```

```
'Popunjavanje diobenog promjera puža ako je vlastiti unos isključen
```

```
If Worksheets("proračun").CheckBox3.Value = False Then
```

```
Worksheets("proračun").Range("_d1") = ("=_dp1")
```

```
End If
```

```
Call kdop
```

```
Call cdop
```

```
'Call ProtectAll 'Pozivanje potprograma ProtectAll
```

```
End Sub
```

Programski kod za gumb „Učitati“

Public Sub Ucitaj_podatke1()

'Podprogram koji učitava podatke iz Solidworks-a te ih prebacuje u odgovarajuća polja u Excel-u

Dim d1, da1, df1, b1, dvr, alpha, sn1, z1, P, gamma As Double

'Deklariranje varijabli

'Kod koji provjerava dali je sklopni dio aktivan, ako nije pokaže poruku i zaustavi program

'Deklariranje varijabli

Dim swApp As SldWorks.SldWorks

Dim swModel As SldWorks.ModelDoc2

Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")

Set swModel = swApp.ActiveDoc

'Provjera aktivnog dijela

If swModel.GetType <> swDocASSEMBLY Then

MsgBox ("Sklopni dio nije aktivan, molimo Vas otvorite sklopni dio")

Exit Sub

End If

'-----

'----- P U Ž N I V I J A K -----

'-----

'Kod za otvaranje pužnog vijka u sklopu

Set part = swApp.ActiveDoc

boolstatus = part.Extension.SelectByID2("pUZ2-1@Assem2", "COMPONENT", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)

part.OpenCompFile

'Očitavanje dimenzija pužnog vijka

d1 = part.Parameter("d1@ZN_profil@puz2.Part").SystemValue

'Diobeni promjer pužnog vijka

da1 = part.Parameter("da1@Sketch_da1@puz2.Part").SystemValue

'Tjemeni promjer pužnog vijka

```
df1=part.Parameter("df1@ZN_profil@puz2.Part").SystemValue
'Podnožni promjer pužnog vijka
b1= part.Parameter("b1@Extrude_da1@puz2.Part").SystemValue
'Duljina pužnog vijka
dvr= part.Parameter("dvr@Sketch_dvr@puz2.Part").SystemValue
'Promjer vratila pužnog vijka
sn1=part.Parameter("sn1@ZN_profil@puz2.Part").SystemValue
'Debljina zuba na diobenom promjeru
z1 = part.Parameter("z1@Broj_zubi_puza@puz2.Part").SystemValue
'Broj zubi pužnog vijka
alpha = part.Parameter("alpha@ZN_profil@puz2.Part").SystemValue
'Kut zahvata
P = part.Parameter("P@Zavojnica_puz@puz2.Part").SystemValue
'Uspon
```

'Zapisivanje vrijednosti dimenzija pužnog vijka u odgovarajuće ćelije u Excel-u

'Dimenzije se množe sa 1000 , kako bi se pretvorile iz [m] u [mm]

```
Range("_d1s") = d1 * 2 * 1000
```

```
Range("_da1s") = da1 * 1000
```

```
Range("_df1s") = df1 * 2 * 1000
```

```
Range("_b1s") = b1 * 1000
```

```
Range("_dvrs") = dvr * 1000
```

```
Range("_sn1s") = sn1 * 1000
```

```
Range("_z1s") = z1
```

```
Range("_alphans") = alpha * 180 / (2 * 3.141592654)
```

```
Range("_Ps") = P * 1000
```

```
'Range("_gammams") = gamma * 180 / 3.141592654 - 180
```

```
part.EditRebuild
```

```
part.ClearSelection
```

```
swApp.CloseDoc "pUZ2"
```

'Zatvaranje dokumenta

'-----
'----- P U Ž N O K O L O -----
'-----

'Kod za otvaranje pužnog kola u sklopu

Set part = swApp.ActiveDoc

boolstatus = part.Extension.SelectByID2("puzno_kolo2-1@Assem2", "COMPONENT",
0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)

part.OpenCompFile

'Očitavanje dimenzija pužnog kola

dm2=part.Parameter("dm2@Profilkola@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Srednji promjer pužnog kola

dA=part.Parameter("dA@Sketch1@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Vanjski promjer pužnog kola

df2=part.Parameter("df2@Profilkola@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Podnožni promjer pužnog kola

b2=part.Parameter("b2@Sketch1@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Širina pužnog kola

a = part.Parameter("a@Sketch1@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'osni razmak

sa2=part.Parameter("sa2@Profilkola@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Debljina zuba na srednjem promjeru

z2=part.Parameter("z2@CirPattern1@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Broj zubi pužnog kola

P2=part.Parameter("P_2@Zavojnica1@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Uspon

rk=part.Parameter("rk@Sketch1@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Radius zakrivljenja pužnog kola

ra0=part.Parameter("ra0@Sketch10@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Radius alata

db2=part.Parameter("db2@Profilkola@puzno_kolo2.Part").SystemValue

'Promjer temeljne kružnice

da2=part.Parameter("da2@Sketch1@puzno_kolo2.Part").SystemValue

Tjemeni promjer

'Zapisivanje vrijednosti dimenzija pužnog kola u odgovarajuće ćelije u Excel-u

'Dimenzije se množe sa 1000 , kako bi se pretvorile iz [m] u [mm]

Range("_dm2s") = dm2 * 1000

Range("_dAs") = dA * 1000

Range("_df2s") = df2 * 2 * 1000

Range("_b2s") = b2 * 1000

Range("_ra0s") = ra0 / 2 * 1000

Range("_sa2s") = sa2 * 1000

Range("_z2s") = z2

Range("_rks") = rk * 1000

Range("_Ps") = P * 1000

Range("_as") = a * 1000

Range("_da2s") = da2 * 1000

part.EditRebuild

part.ClearSelection

swApp.CloseDoc "puzno_kolo2"

'Zatvaranje dokumenta

End Sub

Programski kod za gumb „Primjeniti“

```
Public Sub Zapisi_podatke1()
```

```
' Program koji učitava podatke iz Excel-a i te podatke prebacuje u Solidworks model
```

```
Dim d1, da1, df1, b1, dvr, alpha, sn1, z1, P, gamma As Double
```

```
'Deklariranje varijabli
```

```
'Kod koji provjerava dali je sklopni dio aktivan, ako nije pokaže poruku i zaustavi program
```

```
'Deklariranje varijabli
```

```
Dim swApp As SldWorks.SldWorks
```

```
Dim swModel As SldWorks.ModelDoc2
```

```
Set swApp = CreateObject("SldWorks.Application")
```

```
Set swModel = swApp.ActiveDoc
```

```
'Provjera aktivnog dijela
```

```
If swModel.GetType <> swDocASSEMBLY Then 'Provjera dali je sklopni dio  
aktivan
```

```
MsgBox ("Sklopni dio nije aktivan, molimo Vas otvorite sklopni dio")
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

```
'-----  
'----- P U Ž N I V I J A K -----  
'-----
```

```
'Kod za otvaranje pužnog vijka u sklopu
```

```
Set part = swApp.ActiveDoc
```

```
boolstatus = part.Extension.SelectByID2("pUZ2-1@Assem2", "COMPONENT", 0, 0, 0,  
False, 0, Nothing, 0)
```

```
part.OpenCompFile
```

```
'Učitavanje dimenzija pužnog vijka iz Excel-a
```

```
d1 = Range("_d1") / 2000
```

```
da1 = Range("_da1") / 1000
```

```
df1 = Range("_df1") / 2000
```

```
b1 = Range("_b1") / 1000
```

```
dvr = Range("_dvr") / 1000
sn1 = Range("_sn1") / 1000
z1 = Range("_z1")
alpha = Range("_alphan") * 2 * 3.141592654 / 180
P = Range("_P") / 1000
gamma = Range("_gammam") * 3.141592654 / 180 + 180
```

'Zapisivanje očitanih vrijednosti u model

```
part.Parameter("d1@ZN_profil@puz2.Part").SystemValue = d1
```

'Diobeni promjer pužnog vijka

```
part.Parameter("da1@Sketch_da1@puz2.Part").SystemValue = da1
```

'Tjemeni promjer pužnog vijka

```
part.Parameter("df1@ZN_profil@puz2.Part").SystemValue = df1
```

'Podnožni promjer pužnog vijka

```
part.Parameter("b1@Extrude_da1@puz2.Part").SystemValue = b1
```

'Duljina pužnog vijka

```
part.Parameter("dvr@Sketch_dvr@puz2.Part").SystemValue = dvr
```

'Promjer vratila pužnog vijka

```
part.Parameter("sn1@ZN_profil@puz2.Part").SystemValue = sn1
```

'Debljina zuba na diobenom promjeru

```
part.Parameter("z1@Broj_zubi_puza@puz2.Part").SystemValue = z1
```

'Broj zubi pužnog vijka

```
part.Parameter("alpha@ZN_profil@puz2.Part").SystemValue = alpha
```

'Kut zahvata

```
part.Parameter("P@Zavojnica_puz@puz2.Part").SystemValue = P
```

'Uspon

```
part.Parameter("gamma@Ravnina_normalna@puz2.Part").SystemValue = gamma
```

'Kut uspona zavojnice

```
part.EditRebuild
```

```
part.ClearSelection
```

```
swApp.CloseDoc "pUZ2"
```

'Zatvaranje dokumenta

'-----
'----- P U Ž N O K O L O -----
'-----

```
Set part = swApp.ActiveDoc  
boolstatus = part.Extension.SelectByID2("puzno_kolo2-1@Assem2", "COMPONENT",  
0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)  
part.OpenCompFile
```

'Očitavanje dimenzija pužnog kola

```
dm2 = Range("_dm2") / 1000  
dA = Range("_dA") / 1000  
df2 = Range("_df2") / 2000  
b2 = Range("_b2") / 1000  
ra0 = Range("_ra0") / 1000 * 2  
sa2 = Range("_sa2") / 1000  
z2 = Range("_z2")  
rk = Range("_rk") / 1000  
P = Range("_P") / 1000  
a = Range("_ak") / 1000  
db2 = Range("_db2") / 1000 * 2  
d1_kolo = Range("_d1") / 1000
```

'Podaci za konstrukciju evolvente

'X-koordinate

```
x2 = Range("_x2") / 1000  
x3 = Range("_x3") / 1000  
x4 = Range("_x4") / 1000  
x5 = Range("_x5") / 1000  
x6 = Range("_x6") / 1000  
x7 = Range("_x7") / 1000  
x8 = Range("_x8") / 1000  
x9 = Range("_x9") / 1000
```

x10 = Range("_x10") / 1000

'Y-koordinate

y2 = Range("_y2") / 1000

y3 = Range("_y3") / 1000

y4 = Range("_y4") / 1000

y5 = Range("_y5") / 1000

y6 = Range("_y6") / 1000

y7 = Range("_y7") / 1000

y8 = Range("_y8") / 1000

y9 = Range("_y9") / 1000

y10 = Range("_y10") / 1000

part.Parameter("dm2@Profilkola@puzno_kolo2.Part").SystemValue=dm2

'Srednji promjer pužnog kola

part.Parameter("dA@Sketch1@puzno_kolo2.Part").SystemValue=dA

'Vanjski promjer pužnog kola

part.Parameter("df2@Profilkola@puzno_kolo2.Part").SystemValue=df2

'Podnožni promjer pužnog kola

part.Parameter("b2@Sketch1@puzno_kolo2.Part").SystemValue=b2

'Duljina pužnog kola

part.Parameter("a@Sketch1@puzno_kolo2.Part").SystemValue = a

'Osni razmak

part.Parameter("sa2@Profilkola@puzno_kolo2.Part").SystemValue=sa2

'Debljina zuba na srednjem promjeru

part.Parameter("z2@CirPattern1@puzno_kolo2.Part").SystemValue = z2

'Broj zubi pužnog kola

part.Parameter("P_2@Zavojnica1@puzno_kolo2.Part").SystemValue=P

'Uspon

part.Parameter("rk@Sketch1@puzno_kolo2.Part").SystemValue=rk

'Polumjer zakrivljenja tjemena pužnog kola

part.Parameter("ra0@Sketch10@puzno_kolo2.Part").SystemValue=ra0

'Polumjer

```
part.Parameter("db2@Profilkola@puzno_kolo2.Part").SystemValue=db2
```

```
'Promjer temeljne kužnice
```

```
part.Parameter("d1_kolo@Sketch12@puzno_kolo2.Part").SystemValue = d1_kolo
```

```
'Zapisivanje podataka za evolventu iz Excel-a u Solidworks
```

```
part.Parameter("x2@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = x2
```

```
part.Parameter("x3@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = x3
```

```
part.Parameter("x4@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = x4
```

```
part.Parameter("x5@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = x5
```

```
part.Parameter("x6@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = x6
```

```
part.Parameter("x7@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = x7
```

```
part.Parameter("x8@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = x8
```

```
part.Parameter("x9@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = x9
```

```
part.Parameter("x10@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = x10
```

```
part.Parameter("y2@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = y2
```

```
part.Parameter("y3@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = y3
```

```
part.Parameter("y4@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = y4
```

```
part.Parameter("y5@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = y5
```

```
part.Parameter("y6@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = y6
```

```
part.Parameter("y7@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = y7
```

```
part.Parameter("y8@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = y8
```

```
part.Parameter("y9@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = y9
```

```
part.Parameter("y10@Profil kola@puzno_kolo2.Part").SystemValue = y10
```

```
part.EditRebuild
```

```
part.ClearSelection
```

```
swApp.CloseDoc "puzno_kolo2"
```

```
'Zatvaranje dokumenta
```

```
End Sub
```

Programski kod koji se pokreće kod otvaranja Excel dokumenta

```
Private Sub Workbook_open()
```

```
'Programski kod koji se provodi samo jedamput dok se otvori ova datoteka
```

```
'Popunjavanje Liste 1- materijal puža
```

```
Dim cmb1 As ComboBox
```

```
Dim rng1 As Range
```

```
Set cmb1 = Worksheets("Proračun").ComboBox1
```

```
cmb1.Clear
```

```
For Each rng1 In Worksheets("Tablice").Range("Table13[Column1]")
```

```
cmb1.AddItem rng1.Value
```

```
Next
```

```
cmb1.ListIndex = 0
```

```
'Popunjavanje Liste 2-materijal pužnog kola
```

```
Dim cmb2 As ComboBox
```

```
Dim rng2 As Range
```

```
Set cmb2 = Worksheets("Proračun").ComboBox2
```

```
cmb2.Clear
```

```
For Each rng2 In Worksheets("Tablice").Range("Table19[Column1]")
```

```
cmb2.AddItem rng2.Value
```

```
Next
```

```
cmb2.ListIndex = 0
```

```
'Popunjavanje Liste 3-oblika zuba puža
```

```
Dim cmb3 As ComboBox
```

```
Dim rng3 As Range
```

```
Set cmb3 = Worksheets("Proračun").ComboBox3
```

```
cmb3.Clear
```

```
For Each rng3 In Worksheets("Tablice").Range("Table14[Column1]")
```

```
cmb3.AddItem rng3.Value
```

Next

cmb3.ListIndex = 0

Popunjavanje Liste 4- položaj puža

Dim cmb4 As ComboBox

Dim rng4 As Range

Set cmb4 = Worksheets("Proračun").ComboBox4

cmb4.Clear

For Each rng4 In Worksheets("Tablice").Range("Table15[Column1]")

cmb4.AddItem rng4.Value

Next

cmb4.ListIndex = 0

Popunjavanje Liste 5-smjer okretanja puža

Dim cmb5 As ComboBox

Dim rng5 As Range

Set cmb5 = Worksheets("Proračun").ComboBox5

cmb5.Clear

For Each rng5 In Worksheets("Tablice").Range("Table17[Column1]")

cmb5.AddItem rng5.Value

Next

cmb5.ListIndex = 0

Popunjavanje Liste 6-smjer zavojnice

Dim cmb6 As ComboBox

Dim rng6 As Range

Set cmb6 = Worksheets("Proračun").ComboBox6

cmb6.Clear

For Each rng6 In Worksheets("Tablice").Range("Table16[Column1]")

cmb6.AddItem rng6.Value

Next

cmb6.ListIndex = 0

'Popunjavanje Liste 7- hlađenje prijenosnika

Dim cmb7 As ComboBox

Dim rng7 As Range

Set cmb7 = Worksheets("Proračun").ComboBox7

cmb7.Clear

For Each rng7 In Worksheets("Tablice").Range("Table18[Column1]")

cmb7.AddItem rng7.Value

Next

cmb7.ListIndex = 0

'Popunjavanje Liste 8- redovi osnovnog razmaka

Dim cmb8 As ComboBox

Set cmb8 = Worksheets("proračun").ComboBox8

cmb8.Clear

cmb8.AddItem ("Red 1")

cmb8.AddItem ("Red 2")

cmb8.AddItem ("Red 3")

cmb8.ListIndex = 0

End Sub